

VŠB -Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2019

Martin Remeň

VŠB -Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Absolvování individuální odborné praxe
Individual Professional Practice
in the Company

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Remeň**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika
Téma: **Absolvování individuální odborné praxe**
Individual Professional Practice in the Company
Jazyk vypracování: slovenština

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: ČEZ Distribuce, a. s.
2. Struktura závěrečné zprávy:
 - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta
 - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti
 - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů
 - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe
 - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe
 - f. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:

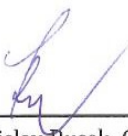
Podle pokynů konzultanta, který vedl odbornou praxi studenta.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Dr. Ing. Zdeněk Medvec**

Datum zadání: 01.09.2018

Datum odevzdání: 30.04.2019


prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry

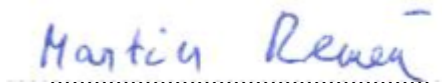



prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prehlásenie

Prehlasujem, že som túto bakalársku prácu vypracoval samostatne. Uviedol som všetky literárne pramene a publikácie, z ktorých som čerpal.

V Ostrave dňa 30.4. 2019



Martin Remeň

Pod'akovanie

Moje pod'akovanie patrí predovšetkým pánovi doc. Dr. Ing. Zdenkovi Medvecovi za odborné vedenie mojej bakalárskej práce, za jeho cenné rady a ochotný prístup, s ktorým ku mne pristupoval po celú dobu našej spolupráce.

Taktiež by som chcel veľmi pekne poďakovať Ing. Alešovi Hlaváčovi a Ing. Pavlovi Zagorskému za odborný dohľad a poskytovanie dôležitých informácií, ktoré prispeli k realizácii práce. Moja vďaka patrí aj celému kolektívu spoločnosti ČEZ Distribúcia a.s., s ktorými som mal možnosť pracovať, pretože mi vždy dôkladne vysvetlili danú problematiku a poskytli cenné rady a informácie, nie len do bakalárskej práce ale aj do života elektrikára.

Abstrakt

Obsahom tejto bakalárskej práce je súhrn činností pri ktorých som bol účastníkom v spoločnosti ČEZ Distribúcia, a.s. Odborná prax trvala 50 pracovných dní od októbra 2018 do mája 2019. Cieľom práce bolo opísať a priblížiť prostredníctvom pozorovania pracovné činnosti a postupy jednotlivých prác. Odborná prax mala dve časti. Prvou časťou, kde som strávil zimný semester bolo oddelenie Sietí a Diagnostiky v Ostrave – Fifejdy. Druhá časť, ktorú som navštevoval v letnom semestri bola oddelenie Stanice so sídlom v Ostrava – Kunčice.

Kľúčové slová

diagnostika, meranie, elektrické stanice, poriadok preventívnej údržby, siete, zaistovanie

Abstract

The content of this bachelor thesis is a summary of the particular activities in which I participated as an attendant in a company called ČEZ Distribution, a.s. The professional practice took 50 days from October 2018 till May 2019. The aim of this thesis was to describe and get closer work activities as well as individual works through the observation. The professional practice was divided into two parts. The first part, where I spent the autumn semester was the Department of Networks and Diagnostics in Ostrava, Fifejdy. The second part in which I took part during the spring semester was the Station's Department situated in Ostrava - Kunčice.

Keywords

diagnostics, measurement, electric stations, system of preventive maintenance, network,

Obsah

Zoznam obrázkov.....	9
Zoznam tabuliek.....	10
Zoznam použitých skratiek a symbolov	11
1. Úvod.....	12
2. Popis odborného zamerania firmy, v ktorej študent vykonával odbornú prax a popis pracovného zariadenia študenta	13
2.1. Produkty a služby	13
3. Začiatok individuálnej odbornej praxe	15
3.1. Oddelenie Sietí a diagnostiky	15
3.2. Poriadok preventívnej údržby vedení	16
3.3. Práca na elektrickom zariadení	17
3.4. Práca na elektrickom zariadení bez napätia	17
3.5. Práca na elektrickom zariadení v blízkosti častí pod napätím	17
3.6. Práca pod napätím.....	18
3.7. Výmena odpojovača pod napätím.....	19
3.8. Vizuálna prehliadka distribučnej stanice	19
3.9. Meranie kvality dodávky elektrickej energie.....	20
3.10. Tolerancia odchýlok meracích veličín.....	21
3.11. PQ MONITOR MEg37.....	21
3.12. Fliker.....	21
3.13. Metrológia a skúšobňa	22
3.14. Testovanie dielektrických rukavíc	23
3.15. Testovanie momentových kľúčov.....	23
3.16. Diagnostika vypínača.....	24
3.17. Termovízia	29
3.18. Termovízna kamera FLIR T640	30
3.19. Poriadok preventívnej údržby záložných akumulátorových batérií.....	30
3.20. Merací voz	31
3.21. Plášťová skúška vn káblu	33
3.22. Izolačný stav kábla	33
3.23. Meranie čiastočných výbojov	33

3.24. Stratový činiteľ $\text{tg}\delta$	34
4. Oddelenie elektrické stanice	35
4.1. Zaistenie a odistenie pracoviska	35
4.2. Malo-olejový vypínač HL 6-9	37
4.3. PPÚ vypínača HL 6-9	37
4.4. Vzduchový pohon vonkajšieho odpojovača vvn	39
4.5. Hasiace médium SF_6	40
4.6. Prehliadka novej 110kV elektrickej stanice Třebovice	41
4.7. Práce na uzemňovacej sústave el. rozvodne	42
4.8. Prehliadka elektrickej stanice Výškovice	43
4.9. Mikroohmmeter MOM 690	44
4.10. Odoberanie vzoriek vody	44
4.11. Meranie skratovacích súprav	45
5. Záver	46
5.1. Teoretické a praktické znalosti a zručnosti získané v priebehu štúdia uplatnené študentom v priebehu odbornej praxe	46
5.2. Znalosti či zručnosti, ktoré chýbali študentovi v priebehu odbornej praxe	46
5.3. Dosiahnuté výsledky v priebehu odbornej praxe a jej celkové zhodnotenie	46
Zoznam použitej literatúry a webových odkazov	47

Zoznam obrázkov

Obrázok 1 - Dodávatelia el. energie na Slovensku	13
Obrázok 2 - Logo spoločnosti ČEZ Distribúcia, a.s.....	14
Obrázok 3 - Časom opotrebovaný stožiar	16
Obrázok 4 - Výmena odpojovača pod napätím.....	19
Obrázok 5 - Distribučný transformátor 10 - 0,4kV	19
Obrázok 6 - VN rozvádzač EATON Xiria	20
Obrázok 7 - Meranie kvality elektrickej energie pomocou prístroja PQ MONITOR MEg37	22
Obrázok 8 - Oddelenie pre testovanie rukavíc	23
Obrázok 9 - Zapojená vibračná sonda.....	25
Obrázok 10 - Zapínanie vypínača	26
Obrázok 11 - Vypínanie vypínača.....	26
Obrázok 12 - ZAPNUTIE - VYPNUTIE vypínača.....	27
Obrázok 13 - Vibrácie pri ZAPNUTÍ	27
Obrázok 14 - Vibrácie pri VYPNUTÍ.....	28
Obrázok 15 - Priebeh prúdu motora	28
Obrázok 16 - Termovízna kamera FLIR T640.....	30
Obrázok 17 - Záložná batéria	31
Obrázok 18 - Merací prístroj HV - Unit Centrix.....	32
Obrázok 19 - Vybavenie zadnej časti meracieho voza.....	32
Obrázok 20 - Odpojená fáza z odpojovača	34
Obrázok 21 - Skratovacie súpravy na prípojnici.....	36
Obrázok 22 - Merací prístroj pre testovanie vzorku oleja.....	37
Obrázok 23 - Zapojenie vypínača pri meraní prechodového odporu a úbytku napätia.....	38
Obrázok 24 - Kompresorovňa v el. stanici Dolný Benešov	39
Obrázok 25 - Vzduchový pohon ŠKODA 7VP.....	39
Obrázok 26 - Rozopnutý odpojovač ovládaný vzduchovým pohonom ŠKODA 7VP	40
Obrázok 27 - 110kV časť el. stanice od spoločnosti ABB.....	41
Obrázok 28 - Horná časť komponentu, na ktorom je terčík s ručičkou	42
Obrázok 29 - Obsah lekárničky.....	43
Obrázok 30 - Mikroohmmeter MOM 690.....	44

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1 - Povolené vzdialenosti v závislosti na hladine napätia.....	17
Tabuľka 2 - Obsluha a práce na elektrickom zariadení podľa kvalifikácie osôb	18
Tabuľka 3 - Namerané hodnoty momentového kľúča Tona Expert.....	24
Tabuľka 4 - Namerané hodnoty vypínača	24
Tabuľka 5 - Namerané hodnoty pri ZAPÍNANÍ	25
Tabuľka 6 - Namerané hodnoty pri VYPÍNANÍ.....	26
Tabuľka 7 - Namerané hodnoty pre ZAPNUTIE - VYPNUTIE.....	27
Tabuľka 8 - Výsledky merania izolačného stavu kábla	33
Tabuľka 9 - Druh kábla a rýchlosť jeho šírenia	34
Tabuľka 10 - Namerané hodnoty stratového činiteľa.....	34
Tabuľka 11 - Namerané hodnoty	38
Tabuľka 12 - Namerané hodnoty a vlastnosti pre SS do 1kV	45
Tabuľka 13 - Namerané hodnoty a vlastnosti pre SS do 39kV	45

Zoznam použitých skratiek a symbolov

a.s.	akciová spoločnosť
BOZP	Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci
ČEZ a.s.	České energetické závody
ČEZd, a.s.	České energetické závody distribúcia
ČSN	Česká technická norma
ČÚBP	Český úrad bezpečnosti práce
DC	jednosmerný prúd
el.	elektrický
EN	Európska norma
napr.	napríklad
PPÚ	Poriadok preventívnej údržby
PPN	Práca pod napätím
SF6	Fluorid sírový
VYP	zapnutie
ZAP	vypnutie
I	prúd [A]
f	frekvencia [Hz]
R	odpor [Ω]
U	napätie [V]
A	Ampér
mA	miliampér
μ A	mikroampér
cm	centimeter
m	meter
mn	malé napätie
ms	milisekunda
m/s	meter za sekundu
m/ μ s	meter za mikrosekundu
nn	nízke napätie
Nm	Newton metrov
Ω	Ohm
G Ω	Gigaohm
$\mu\Omega$	mikroohm
V	Volt
kV	kilovolt
vn	vysoké napätie
vvn	veľmi vysoké napätie
zvn	zvlášť vysoké napätie

1. Úvod

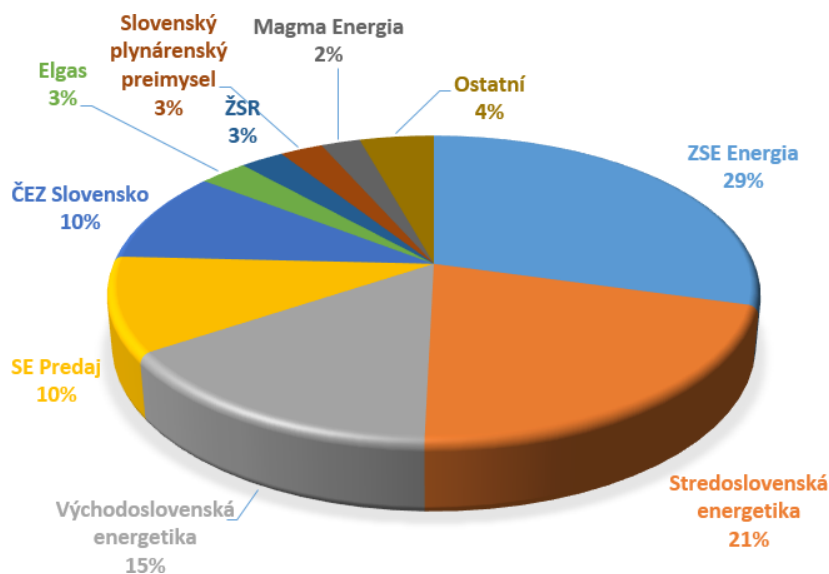
Pojem elektrická energia v 21. storočí naberá čoraz väčší význam. Elektrická energia a život bez nej si už nevieme alebo skôr ani nechceme predstaviť. Stala sa našou neodmysliteľnou súčasťou života a my sme sa stali na nej závislí. Takmer, každý úkon, či už v našej domácnosti, práci alebo kdekoľvek inde je sprevádzaný elektrickou energiou a my si to niekedy ani neuvedomujeme a všetko už berieme ako samozrejmosť. Zoberme a opíšme si len jeden bežný deň v našom živote. Vstávame hneď potom ako nás zobudí budík, zuby si vyčistíme elektronickou zubnou kefkou, ktorá bola celú noc zapichnutá v nabíjačke, aby bola pripravená na ráno. Kávu k toastom si vychutnáme z kuchynského kávovaru a popri tom čítame nové informácie zo sveta z tabletu či smartfónu. Po raňajkách nasleduje beh na električku samozrejme s mobilom v ruke prípadne externou batériou v ruksaku. Po príchode do práce zapíname počítač a vybavujeme e-maily, telefonáty, fax-y. Služobná cesta na novom el. aute od Tesly a osvetlená cesta domov z práce. Práca, ktorá je závislá na elektrickej energii. Toto je len malý zlomok z toho, na čo deň, čo deň potrebujeme elektrickej energiu.

Pod pojmom elektrická energia si mnohí z našej spoločnosti predstavia len nejaké káble na stožiaroch, ktoré im zavadzajú vo výhľade z balkóna alebo len nejakú obyčajnú zásuvku, ktorá im trčí zo steny. Neuvedomujeme si však, čo všetko sa musí stať, aby sa elektrická energia dostala až do tejto „obyčajnej“ zásuvky. Elektrická energia je hudba prítomnosti a predovšetkým budúcnosti. Technológie idú dopredu neuveriteľnou rýchlosťou a k tomu všetkému potrebujeme elektrickú energiu. Odkiaľ ju, ale brať? To je otázka, ktorú riešime už niekoľko rokov a ktorá sa bude ešte dlho riešiť.

Moja bakalárska práca je zameraná predovšetkým na rozvod, diagnostiku, distribúciu a určite trvalý a bezproblémový chod spomínanej elektrickej energie. Prácu v spoločnosti ČEZ Distribúcia, a.s. som si vybral, aby som prehĺbil vedomosti získané v škole. Ďalší dôvod je ten, že mnohí zamestnávateľia chcú po svojich budúcich zamestnancoch určitú prax, ale tá sa mnohým stredoškólakom prípadne vysokoškólakom ťažko získava. Moja prítomnosť v uznávanej a kvalitnej energetickej spoločnosti akou je ČEZ, a.s. mi dala veľa príležitostí, aby som videl ako sa riešia situácie a problémy ohľadom elektrickej energie. Práca bola viac než povinnosťou a splneným si kritériím pre ukončenie bakalárskeho štúdia. Všetky mnou získané informácie o vykonaných prácach som rozpísal v tejto práci.

2. Popis odborného zamerania firmy, v ktorej študent vykonával odbornú prax a popis pracovného zariadenia študenta

ČEZ Distribúcia, a. s. je držiteľom licencie na distribúciu elektriny a v zmysle energetického zákona č. 458/2000 Zb., je prevádzkovateľom distribučnej sústavy. Spoločnosť pôsobí takmer na celom území Českej republiky a svojou dominanciou sa presadzuje nielen v Slovenskej republike. ČEZ Distribúcia, a.s. má 10% podiel z celkovej dodávky elektrickej energie na slovenský trh (údaj z roku 2016). Hlavným poslaním spoločnosti je distribúcia elektrickej energie fyzickým právnickým osobám a stále zvyšovanie kvality a spoľahlivosti dodávky všetkým odberateľom. Cieľom spoločnosti je zabezpečovať plne funkčnú úlohu výkonného správcu aktív distribučnej sústavy v oblasti svojej pôsobnosti. Predpokladom k napĺňaniu podnikateľského zámeru a poslania spoločnosti je bohatá tradícia a know-how prevzaté z predchádzajúcich regionálnych energetických spoločností a podporované zodpovedajúcim technickým aj personálnym zázemím. [1]



Obrázok 1- Dodávatelia el. energie na Slovensku

2.1. Produkty a služby

Prioritnou úlohou spoločnosti je zabezpečenie plne funkčnej role efektívneho správcu aktív distribučnej sústavy v napájacej oblasti Skupiny ČEZ a generovanie zisku z regulovanej činnosti distribúcie elektrickej energie, pri splnení podmienok predpísaných energetickým zákonom a pravidlami Energetického regulačného úradu.

Kompetenciami spoločnosti ČEZ Distribúcia, a. s. sú správa zverených aktív (technológie a príbuzné zariadenia distribučnej sústavy) a výkon vlastníckych práv nad týmito aktívami, vrátane zabezpečenie starostlivosti o zákazníkov z pohľadu distribúcie na všetkých napäťových úrovniach a riadenie sústavy v reálnom čase.

Výkonnosť spoločnosti je založená na optimálnom nastavení procesov s využitím najlepších skúseností v oblasti asset managementu (riadenie majetku). V spoločnosti sú používané nové princípy riadenia nákladov spojených s prevádzkou sústavy, šandardizácia použitých technológií a riadenie investičných rozvojových programov.

Ciele podnikateľskej činnosti:

- vysoká kvalita služieb ponúkaných zákazníkom v oblasti distribúcie elektrickej energie a pripájanie k distribučnej sústave
- spoľahlivé prevádzkovanie distribučnej sústavy podľa štandardov Energetického regulačného úradu

Princípy pre splnenie týchto cieľov:

- efektívny rozvoj distribučnej sústavy na základe detailných analýz návratnosti investícií a princípov spoľahlivosti
- optimálne riadenie distribučnej sústavy s ohľadom na minimalizáciu strát a výpadkov pri dodržaní maximálnej spoľahlivosti prevádzky
- najefektívnejší obstaranie nakupovaných služieb s cieľom optimalizácie nákladov na údržbu a poruchovú službu [1]



Obrázok 2 - Logo spoločnosti ČEZ Distribúcia, a.s.

3. Začiatok individuálnej odbornej praxe

Začiatok bakalárskej práce som začal na stránkach Vysokej školy Banskej, kde boli zverejnené všetky individuálne práce, ktoré ponúkali firmy z rôznych odborov. Mňa, ako študenta Fakulty elektrotechniky a informatiky, najviac zaujala ponuka od spoločnosti ČEZ, a.s., ktorá sa zaoberá aj mojím odborom - elektroenergetika a ktorá mala vypísanú odbornú prax s názvom Prevádzkový elektrikár.

Moja prvá skúsenosť s firmou ČEZ, a.s., prebehla na akademickej pôde Vysokej školy Banskej Technickej univerzity v Ostrave, kde sa každý rok koná udalosť s názvom Kariéra plus. Táto udalosť otvára študentom dvere, pretože sa tejto akcie zúčastňujú mnohé veľké firmy s rôznym zameraním a takisto aj spoločnosť ČEZ, a.s. Tu som mal možnosť viac spoznať firmu a získať informácie o ich fungovaní a celkovej bakalárskej praxi vo firme. Pri tejto príležitosti som získal kontakt na pani Luciu Urbánkovú, s ktorou som vybavil všetky potrebné záležitosti na začatie bakalárskej práce, práve v ČEZ, a.s. Skôr než som začal svoju odbornú prax, som sa musel zúčastniť BOZP v Dome Energetiky v Ostrave. Až po absolvovaní BOZP som dostal informácie o mojom prvom oddelení, ktoré som navštevoval v zimnom semestri. Taktiež som obdržal zmluvu, kde bolo napísané, že moja prax bude trvať 50 pracovných dní z toho 25 dní v zimnom a 25 dní v letnom semestri.

3.1. Oddelenie Sietí a diagnostiky

Odborná prax, ktorú som absolvoval v ČEZ Distribúcia, a.s. bola rozdelená na dva hlavné úseky a to oddelenie Sietí a Diagnostiky a oddelenie Staníc. Prvý príchod na odbornú prax bol v zimnom semestri, kde som prišiel na oddelenie Sietí a Diagnostiky, ktoré sa nachádza v Ostrave v časti Fifejdy na Tomkovej ulici.

Začiatok praxe prebiehal preškolením od pána Ing. Aleša Hlaváča podľa vyhlášky č.50/1978 Sb. Vyhláška Českého úradu bezpečnosti práce a Českého banského úradu o odbornej spôsobilosti v elektrotechnike. Konkrétne sa jednalo o § 4, čiže - poučený pracovník. Potom ma pán Hlaváč, zoznámil s pracoviskom, ukázal mi základňu a postupne opisoval prácu, ktorú vykonávajú. Na záver prehliadky som obdržal ochranné pomôcky – prilbu a okuliare, ktoré som používal pri odbornej praxi.

V rámci mojej praxi som mesiac navštevoval oddelenie Sietí, kde som mal možnosť zoznámiť sa s činnosťami, ktorými sa budem venovať v nasledujúcom texte. Vo väčšinu prípadov sa jednalo o Poriadok preventívnej údržby. Po uplynutí jedného mesiaca som prešiel na oddelenie Diagnostiky, kde som pokračoval v odbornej praxi do konca semestra. Náplňou práce bolo testovanie vypínačov, termovízia a mnoho ďalších prác pri, ktorých som sa učil od zamestnancov a získaval dôležité skúsenosti, nie len do bakalárskej práce, ale aj do života elektrikára.

3.2. Poriadok preventívnej údržby vedení

Cieľom preventívnej údržby je udržať elektrické zariadenie v požadovanom stave, to znamená bez poškodení a plne funkčné. PPÚ sa vykonáva pravidelne na elektrických zariadeniach v určitých intervaloch, preto aby sa zamedzilo vzniku porúch a tým predišlo k neplánovaným výmenám alebo odstávkam energie a súčasne nahradzuje periodické revízie elektrických zariadení. V našom prípade sme kontrolovali elektrické vedenie rôznych napäťových hladín. Pri preventívnej údržbe elektrických vedení, sme postupovali podľa interného predpisu ČEZd, jedná sa o poriadok preventívnej údržby, v ktorom sú predpísané jednotlivé postupy a rozsah preventívnej údržby EZ.

Tento interný predpis zahŕňa kontrolu dodržiavania ochranných pásiem (vzdialenosť vodičov od objektov, presahujúce časti stromov nad vedením alebo v jeho tesnej blízkosti, vzdialenosť vodičov od konštrukcie stožiarov, vzdialenosť od križujúcich sa zariadení, vzdialenosť vodičov nad terénom, cudzie telesá na vodičoch...), kontrola spojov a opravných spojok, kontrola celistvosti izolácie, kontrola podperných bodov a konzol, mechanické poškodenia, kontrola ocelevej konštrukcie, hniloba, stav zvaraných a závitových spojov, kontrola stavu uzemňovacej sústavy, kontrola výstražných a bezpečnostných tabuliek. Pri každej prehliadke vedenia, ktorú sme vykonali sme prípadné nedostatky ak to bolo možné ihneď odstránili, napr. porast na stožiaroch. V prípade, že sa jednalo o závažnejšiu chybu ako napr. prevísajúce vetvy stromov nad vedením zapísali sme túto vadu do protokolu, aby sa chyba neskôr odstránila. Pri našich kontrolách boli najčastejšie vady spojené s vekom týchto stožiarov, napr. hniloba, taktiež poškodená uzemňovacia sústava alebo narušený betónový základ.



Obrázok 3 - Časom opotrebovaný stožiar

3.3. Práca na elektrickom zariadení

Práca na elektrickom zariadení mn, nn, vn, vvn, zvn sa delí na:

- a) práca bez napätia
- b) práca v blízkosti napätia
- c) práca pod napätím [4]

3.4. Práca na elektrickom zariadení bez napätia

Prácu na elektrickom zariadení bez napätia delíme na:

- mn, nn – práca pri nej zariadenie alebo jeho časť, na ktorej sa pracuje, je odpojená od napätia. Taktiež sa môže jednať o prácu v mieste, ktoré je oddelené od živých častí pod napätím, krytmi chrániacimi pred úmyselným dotykom
- vn, vvn, zvn – práca, ktorá sa prevádza na pracovisku, kde všetky časti elektrického zariadenia vn a vvn všetkých prívodov vonkajších káblových vedení sú odpojené od napätia. Pri tomto type práce musia byť všetky vchody do okolitých priestorov s elektrickým zariadením vn, vvn a zvn pod napätím uzamknuté alebo zabezpečené zábranami. Ďalej to môžu byť práce na elektrickom zariadení vo fáze výstavby, ktoré ešte nebolo pripojené na napätie alebo nie je v blízkosti zariadenia pod napätím tým pádom je vylúčené riziko indukovaného napätia. [4]

3.5. Práca na elektrickom zariadení v blízkosti častí pod napätím

Práca na elektrickom zariadení v blízkosti častí pod napätím je z hľadiska bezpečnosti nebezpečná, pretože môže dôjsť k náhodnému dotyku osoby so živou časťou. Práca, kedy pracovník alebo vodivé časti s ním spojené by nemali prekročiť vzdialenosti, ktoré sa nachádzajú v tabuľke 1.

Tabuľka 1 - Povolené vzdialenosti v závislosti na hladine napätia

Menovité napätie sústavy U_N [kV]	Vonkajšie hranice ochranného priestoru [mm]		Vonkajšie hranice zóny priblíženia D_V [mm]
	D_L základné vzdialenosti	D_{LS} znížené vzdialenosti	
Do 1	-	-	1000
do 10	500	300	2000
22	800	400	2000
35	900	500	2000
110	1500	1100	3000
220	2500	2100	3000
400	3600	3200	4600
Vysvetlivky: D_L - vzdialenosť definujúca vonkajšiu hranicu ochranného priestoru D_V - vzdialenosť definujúca vonkajšiu hranicu zóny priblíženia			

3.6. Práca pod napätím

Práca pod napätím je v posledných rokoch moderného života, veľmi využívaným prostriedkom pri oprave alebo výmene elektrického zariadenia. Výhodou práce pod napätím je, že dané elektrické zariadenie nevypíname a tým neobmedzujeme odoberateľa elektrickej energie. Práca pod napätím je istý druh práce, ktorú môžu vykonávať len osoby, ktoré sú odborne a zdravotne spôsobilí a vybavený predpísanými ochrannými a pracovnými pomôckami. Pracovníci musia pri práci dodržiavať predpísané bezpečnostné ustanovenia a taktiež musia byť poučený a preškolený v zachádzaní s pomôckami prípadne s prístrojmi, s ktorými sa pri práci zachádza. Odbornú spôsobilosť osôb pracujúcich na el. zariadení popisuje vyhláška ČÚBP č. 50/1978 Sb a znázornil som ju aj v tabuľke 2. [4]

Tabuľka 2 - Obsluha a práce na elektrickom zariadení podľa kvalifikácie osôb

Kvalifikácia podľa vyhlášky 50/1978 Sb.	Obsluha zariadenia	Práce na zariadení		
		Bez napätia	V blízkosti častí pod napätím	Pod napätím
§3 Osoba zoznámená	Smie ¹⁾ len do 1kV	S dohľadom	Nesmie	Nesmie
§4 Osoba poučená	Smie ²⁾	S dohľadom	Pod dozorom	Nesmie
§5 Osoba znalá	Smie ³⁾	Podľa pokynov	S dohľadom	Pod dozorom
§6 + §7 + §8 Osoba znalá s vyššou kvalifikáciou	Smie ³⁾	Sama	Sama	Sama
Vysvetlivky: ¹⁾ samostatne obsluhovať elektrické zariadenia mn a nn, ktoré sú prevedené tak, že pri ich obsluhu nemôže prísť do styku s časťami pod napätím ²⁾ samostatne obsluhovať elektrické zariadenia všetkých napätí s podmienkou, že sa môže dotýkať len častí zariadenia, ktoré sú pre obsluhu určené. Pri obsluhu zariadení vn sa nesmie priblížiť k živým častiam bližšie, než na stanovené bezpečné vzdialenosti (to je mimo zóny priblíženia) ³⁾ samostatne obsluhovať miestne alebo diaľkové elektrické zariadenia				

Pojem práca pod napätím si môže predstaviť aj ako:

- práca na elektrickom zariadení, pri nej sa pracovníci dotýkajú živých častí pod napätím priamo alebo predpísanými pracovnými pomôckami
- práca na zariadení vn, vvn a zvn, ktoré je bez napätia, ale nemôžeme ho uzemniť a skratovať
- taktiež práce na elektrickom zariadení vo fáze výstavby, ktoré ešte neboli pripojené na napätie, avšak sa môžu križovať alebo byť v tesnej blízkosti s vedením vn, vvn alebo zvn, pokiaľ by indukciou mohlo vzniknúť nebezpečné napätie a nie je skratované alebo uzemnené [4]

3.7. Výmena odpojovača pod napätím

Pracovníci spoločnosti ČEZd, a.s. pracovali na výmene 22kV odpojovača pod napätím, v časti Nová Belá, ktorý napájal transformátor súkromného odberateľa. Pomocou terénneho auta so zdvíhacou rukou sa priblížili k stĺpu, aby mali dostatočný manipulačný priestor pre opravu. Prácu na elektrickom zariadení pod napätím som opísal vyššie v kapitole 3.6.



Obrázok 4 - Výmena odpojovača pod napätím

3.8. Vizuálna prehliadka distribučnej stanice

Pri tomto type práci sa jednalo len o vizuálnu prehliadku kioskovej stanice v Hrabůvke. Táto stanica obsahovala distribučný transformátor 10kV – 400V, rozvádzač vn a nn.



Obrázok 5 - Distribučný transformátor 10 - 0,4kV

Eaton Xiria – Vysokonapäťový rozvádzač 22kV

Rozvádzač Xiria je kompaktný, blokový VN rozvádzač v prevedení s dvoma, troma, štyrmi a maximálne s piatimi poľami v akejkoľvek kombinácii hlavných spínacích prvkov. Ako hlavný spínací prvok v tomto rozvádzači sa dá použiť odpínač alebo vypínač. Odpínačové pole sa používa ako nechránený prívod alebo vývod na káblové slučky. Vypínačové pole s prúdovými transformátormi sa používa ako chránený vývod pre káble alebo transformátory. Primárna časť rovnako, ako mechanizmus je ukrytá v hermeticky uzatvorenom priestore, ktorý chráni systém pred vonkajšími vplyvmi. Rozvádzač je vhodný pre použitie v transformátorových staniciach alebo v infraštruktúre. Používa sa v sieťach s menovitým napätím až 25kV. Eaton Xiria disponuje menovitým prúdom prípojnic 630A a je odolný voči vnútornému oblúku. [5]



Obrázok 6 - VN rozvádzač EATON Xiria

3.9. Meranie kvality dodávky elektrickej energie

Meranie kvality dodávky elektrickej energie vychádza z energetického zákona 458/2000 Sb a vyhlášky energetického regulačného úradu č.540/2005 Sb. Cieľom je definovať kvalitu napätia, ktorá je jedným zo štandardov kvality dodávky elektriny a súvisiacich služieb v elektroenergetike. Meranie kvality dodávky elektrickej energie sa delí na dva spôsoby a to na systematické a operatívne. Systematické meranie sa prevádza pravidelne v rámci kontroly kvality siete. Operatívne meranie sa od systematického líši tým, že je vykonávané na podnet sťažnosti odoberateľa elektrickej energie. Meranie sa prevádza technikom merania, ktorý na danom mieste nainštaluje merací prístroj a po uplynutí požadovanej časovej doby namerané dáta z meracieho prístroja stiahne a vyhodnotí, poprípade demontuje meracie zariadenia. Všetky merania, ktoré sú z časového hľadiska dlhodobé. [6]

3.10. Tolerancia odchýlok meracích veličín

Merné veličiny môžu dosahovať určitých odchýlok od nominálnej hodnoty, ktoré posudzuje norma ČSN EN 50160 - Charakteristiky napätia elektrickej energie dodávanej z verejných distribučných sietí. Taktiež sú uvedené v Pravidlách prevádzkovania distribučných sústav, ktoré schvaľuje Energetický regulačný úrad. Frekvencia v našich sieťach je 50Hz. Normou predpísaná odchýlka je $\pm 1\%$ behom 99,5% roku, to znamená 49,5 – 50,5 Hz, alebo $+4\%$ / -6% po 100% času, čiže 47 – 52Hz. Pre siete nn platí, že napätie môže kolísať v rozmedzí $\pm 10\%$ od menovitej hodnoty ($\geq 207V$; $\leq 253V$). Toto rozmedzie platí, ak budeme brať do úvahy 95% meracích intervalov. Pokiaľ budeme brať 100% meracích intervalov potom môže napätie kolísať v rozmedzí $+10/-15\%$ od menovitej hodnoty ($\geq 195,5V$; $\leq 253V$). V napäťových hladinách vn a 110kV je povolená tolerancia $\pm 10\%$ od menovitej hodnoty pokiaľ uvažujeme 99% meracích intervalov. Ak uvažujeme o 100% meracích intervaloch je tolerancia $\pm 15\%$ od menovitej hodnoty. [6]

3.11. PQ MONITOR MEg37

Pri absolvovaní mojej odbornej bakalárskej praxi som bol súčasťou merania kvality dodávky elektrickej energie na viacerých staniciach. Prvou z nich je stanica OS_8569 Hrabůvka. Meranie prebiehalo pomocou prístroja PQ MONITOR MEg37. Pri tomto meraní sa merací prístroj necháva na pracovisku po dobu jedného týždňa. Počas tejto doby zbiera PQ MONITOR MEg37 všetky údaje ohľadom zaťaženia trafostanice. Viacstupňový PQ monitor MEg37 meria štyri napätia a celkom až 36 prúdov na hladine nn. Umožňuje funkciu merania a hodnotenia kvality napätia, funkciu záznamu časových priebehov elektrických veličín, funkciu merania elektrických energií, funkciu merania a záznamu priebehov telegramov HDO (hromadného diaľkového ovládania), funkciu merania frekvencie a u transformátorov aj celkové zaťaženie. Uvedené funkcie prevádza súčasne. Pri meraní kvality dodávky elektrickej energie je často zistená porucha, ktorá sa volá flicker. [7]

3.12. Flicker

Elektrické spotrebiče ako napríklad žiarovky pripojené do verejnej distribučnej siete, vyžadujú pre správnu funkciu konštantné napätie. Odberatelia s premenlivým výkonom však spôsobujú meniace sa úbytky napätia. Rýchle periodické zmeny napätia, ktoré nazývame kolísanie napätia, spôsobujú jav nazývaný flicker. Tento jav, ktorý sa prejavuje zmenou zrakového vnímania, ruší človeka pri jeho činnosti. Zmeny zrakového vnímania sú vyvolané časovými zmenami svetelného toku vplyvom rýchlych zmien napätia. [8]

Dôvody vzniku flickra:

- rozbeh veľkých motorov
- spínanie veľkej záťaže
- premenlivá záťaž
- zvracie stroje

Opatrenia k zmierneniu flikra:

- pripojenie zariadenia spôsobujúceho fliker do siete s vyšším skratovým výkonom
- zväčšenie prierezu napájacieho vedenia
- zníženie spotreby jalového výkonu
- kompenzácia aktívnymi filterami
- pripojenie nového generátoru či synchrónneho kompenzátora

Miera vnemu flikra

Za normálnych prevádzkových podmienok musí byť po 95% času, v ľubovoľnom týždennom období, dlhodobá miera vnemu flikru $P_{lt} \leq 1$.



Obrázok 7 - Meranie kvality elektrickej energie pomocou prístroja PQ MONITOR MEG37

3.13. Metrológia a skúšobňa

V skúšobni pracovných a bezpečnostných pomôcok, ktoré sa nachádza na základni Diagnostiky a Sietí v Ostrave v časti Fifejdy sa pravidelne prevádzkujú skúšky pracovných a ochranných pomôcok ako napríklad skúšačky napätia, fázovacie súpravy, izolačné tyče, záchranné háky, poistkové kliešte, uzemňovacie a skratovacie súpravy, dielektrické rukavice a obuv a ďalšie pomôcky pre prácu pod napätím, ale aj bez napät'ového stavu. Tieto skúšky sa vykonávajú pravidelne, aby sa predišlo zraneniam a zachovala sa tak vysoká miera bezpečnosti. Všetky pomôcky, ktoré sa používajú pri práci prejdú okrem špecifických skúšok aj vizuálnou prehliadkou, aby sa zistilo v akom sa nachádzajú. Ďalším oddelením na základni je metrológia, v ktorej sa nachádza chemické laboratórium. Na tomto oddelení sa merajú vlastnosti a kvality transformátorových olejov. [9]

3.14. Testovanie dielektrických rukavíc

Dielektrické rukavice sa používajú všade tam, kde hrozí nebezpečie úrazu elektrinou pri priamom alebo náhodnom dotyku časti elektrických zariadení pod napätím. Jedná sa predovšetkým o tieto činnosti:

- obsluha vonkajších vypínačov a odpojovačov
- prevádzanie vybraných prác pod napätím
- držanie tyčí skratovacích súprav za ochranným krúžkom a izolovaných lán skratovacích súprav
- pri ostatných činnostiach, kedy je ochrana predpísaná príslušným predpisom alebo na základe rozhodnutia vedúceho práce [10]

Na obrázku 8 môžeme vidieť oddelenie pre testovanie dielektrických rukavíc, ktoré sa pravidelne testujú 1x za 6 mesiacov. Na tomto oddelení sa nachádza vodná nádržka, vysokonapäťový zdroj a elektródy. Ako prvé sa rukavice pri skúške vizuálne skontrolujú, či nie sú poškodené alebo roztrhnuté. Potom sa uložia do vodnej nádržky a napustia sa vodou 9cm pod horný okraj rukavice. Hladina vody musí byť rovnaká v nádržke ako aj v rukavici. Následne sa do rukavice vloží elektróda napojená na generátor. Generátorom sa do rukavice cez elektródu postupne privedie napätie 30kV a po dobu 1 minúty sa meria zvodový prúd, ktorý by nemal prekročiť 20mA. Ak dôjde k prierazu, nadprúdová ochrana okamžite odpojí zdroj. Rukavice sa vyberú z vodnej nádoby a odreže sa palec, aby bolo ihneď na prvý pohľad viditeľné, že rukavice nie sú vhodné na bezpečnú manipuláciu pod napätím. [11]



Obrázok 8 - Oddelenie pre testovanie rukavíc

3.15. Testovanie momentových kľúčov

Ďalším pracoviskom na základni v skúšobni je testovanie momentových kľúčov. Osobne som si vyskúšal momentový kľúč od firmy Tona model Expert. Pri tomto type testovaní sa kľúč nasadí na merací stroj a zisťuje sa jeho presnosť „zlomu.“ Na dolnej časti kľúča sa nastaví moment pri ktorom chceme, aby sa kľúč zlomil. Kľúč sme testovali pre momentovú silu 50Nm, 100Nm, 150Nm a 200Nm. Pri každom meraní sme kľúč otestovali 5 krát a výsledné hodnoty zapísali do tabuľky s tým, že každé meranie má svoju maximálnu odchýlku.

Tabuľka 3 - Nemerané hodnoty momentového kľúča Tona Expert

Číslo merania	50Nm (± 2 Nm)	100Nm (± 4 Nm)	150Nm (± 6 Nm)	200Nm (± 8 Nm)
1.	49,3	101,8	150,2	200,4
2.	50,7	101,7	151,6	203,1
3.	50,2	102,4	153,5	205,3
4.	51,4	103,1	152,3	204,8
5.	49,7	100,5	154,5	206

3.16. Diagnostika vypínača

Kontrola podľa poriadku preventívnej údržby je pravidelná periodicky sa opakujúca sa kontrola stavu zariadenia. Tieto kontroly sú dôležité z hľadiska čo najvyššej spoľahlivosti a bezpečnosti elektrizačnej sústavy. Kontrola prebiehala na vn vypínači. Konkrétne sa jednalo o 10kV vypínač od firmy Siemens s hasiacim médiom vákuum. Pred začatím testovania sme dostali výpis o príkaze B, ktorý vyplýva z normy PNE 330000-6 príloha 4. Príkaz B je opatrenie pre zaistenie bezpečnosti pri práci na elektrickom zariadení, ktorý sa člení na 4 časti. Prvá časť sa zaoberá zaistovaním. V tejto časti je napísané, kto a kedy príkaz B vydal, zameranie práce a kde sa má práca vykonávať, rozsah zaistenia a úloha pracovníkov. Druhá časť sa venuje predaniu pracoviska. Vedúci práce je zoznámení s pracoviskom, zaistením a všetkými najbližšími časťami pod napätím a je presvedčený o bez napäťovom stave pracoviska. Tretia časť sa zaoberá samotnou prácou, ktorá sa má vykonávať. Vedúci práce stanoví postup práce a pracovníci sú zoznámení so zaistením a najbližšími časťami pod napätím. Všetky úkony a prípadné zmeny sa potvrdzujú podpisom, všetkých zúčastnených pracovníkov. Konečná štvrtá časť sa venuje odist'ovaniu. Vedúci práce predá príkaz B vedúcemu odist'ovania, ktorý zoznámi pracovníkov s postupom odist'ovania. Po odistení je príkaz B uzatvorený a všetko je nahlásené na dispečing.

Aby mohlo dôjsť k samotnému skontrolovaniu vypínača, musí sa vykonať jeho odstavenie s prevádzky, čo znamená, že sa vypínač vypne a spolu s ním sa prevedie jeho odpojenie od všetkých živých častí. Ďalej nasleduje vypísanie príkazu B. Po vypísaní sa zaistí pracovisko. Na ovládacej časti skrine, kde sa vypínač nachádza prepne v časti ovládanie na polohu „miestne“. Následne sa vypínač vyberie zo skrine. Po vybratí vypínača sa živé časti zahradia zábranou, ktorá automaticky spadne po vybratí vypínača, aby nedošlo k priamemu dotyku. Potom pracovník označí miesta práce výstražnými a informačnými tabuľkami. Po vykonaní všetkých týchto krokov môže dôjsť k testovaniu vypínača.

V prvom kroku pri diagnostike vypínača je meranie prechodového odporu prúd-vodnej dráhy pomocou prístroja MOM 690. Táto skúška sa vykonáva pri jednosmernom prúde 200A. Výsledky meraní som zapísal do tabuľky.

Tabuľka 4 - Namerané hodnoty vypínača

Merané veličiny	Spínací kontakt vypínača	Vákuový valec vypínača
Odpor	28,5 $\mu\Omega$	3,6 $\mu\Omega$
Úbytok napätia	5,61mV	0,72mV

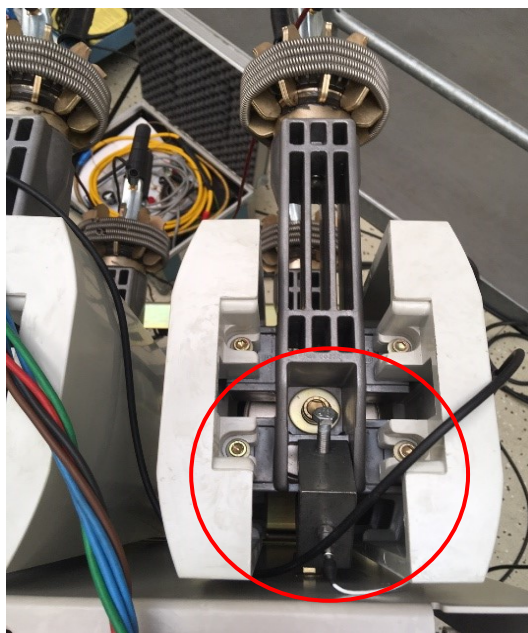
Na obrázku 9 môžeme vidieť zapojenú vibračnú sondu. Táto sonda zisťuje a zachytáva vibrácie pri vypínaní a zapínaní vypínača. K samotnému testovaniu vypínača sme použili merací prístroj TM1800, ktorý je navrhnutý na diagnostiku vn vypínačov.

Pomocou tohto prístroja sme ovládali zapínanie a vypínanie vypínača. Tento prístroj nám dokázal spraviť grafy meraní a taktiež zaznamenával všetky dôležité časové údaje o vypínaní a zapínaní.

Skúška mala 6 častí - ZAPNTUIE vypínača

- VYPNUTIE vypínača
- ZAPNUTIE - VYPNUTIE vypínača
- VIBRÁCIE pri ZAPNUTÍ
- VIBRÁCIE pri VYPNUTÍ
- PRÚD motora

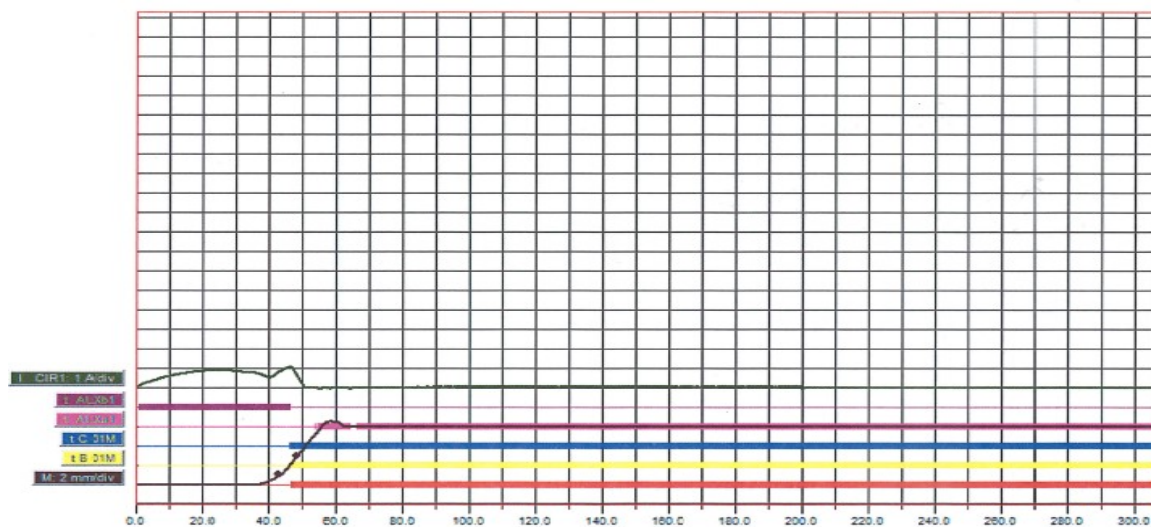
V grafoch a tabuľkách, ktoré sú nižšie sú zobrazené všetky údaje o meraní. [12]



Obrázok 9 - Zapojená vibračná sonda

Tabuľka 5 - Namerané hodnoty pri ZAPÍNANÍ

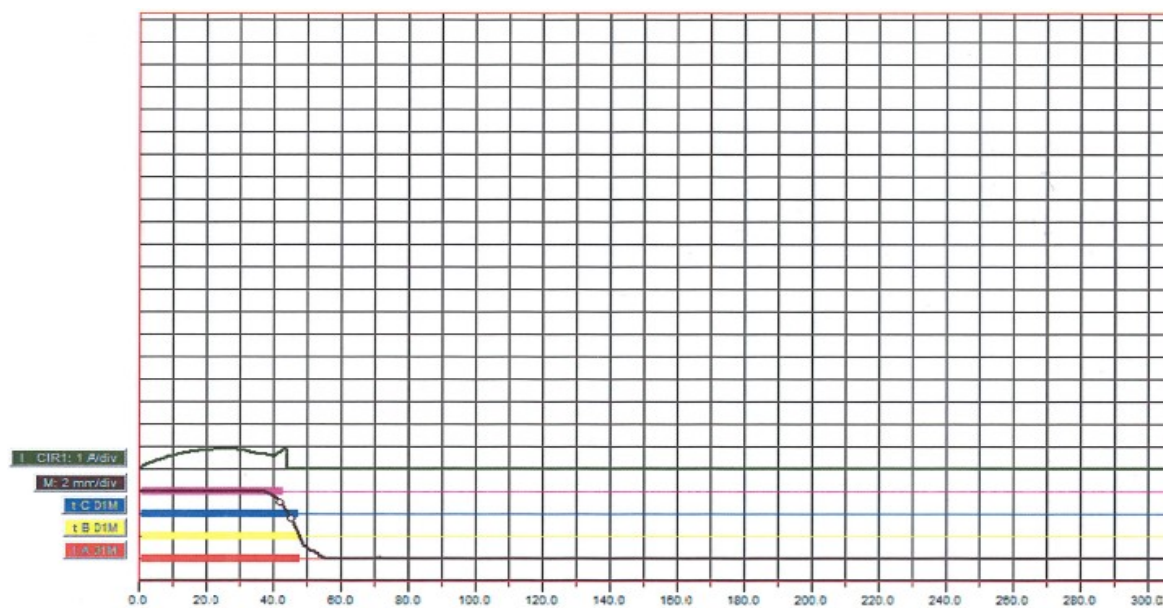
Zapínací čas L1	(ms)	46,675	Zapínacia rýchlosť L1	(m/s)	0,38
Zapínací čas L2	(ms)	46,625	Zapínacia rýchlosť L2	(m/s)	0,38
Zapínací čas L3	(ms)	46,625	Zapínacia rýchlosť L3	(m/s)	0,38
Rozdiel	(ms)	0,050	Odpor cievky pri zapínaní	(Ω)	104,4
Ovládacie napätie	(V)	109,5	Prúd cievky	(A)	1,0



Obrázok 10 - Zapínanie vypínača

Tabuľka 6 - Namerané hodnoty pri VYPÍNANÍ

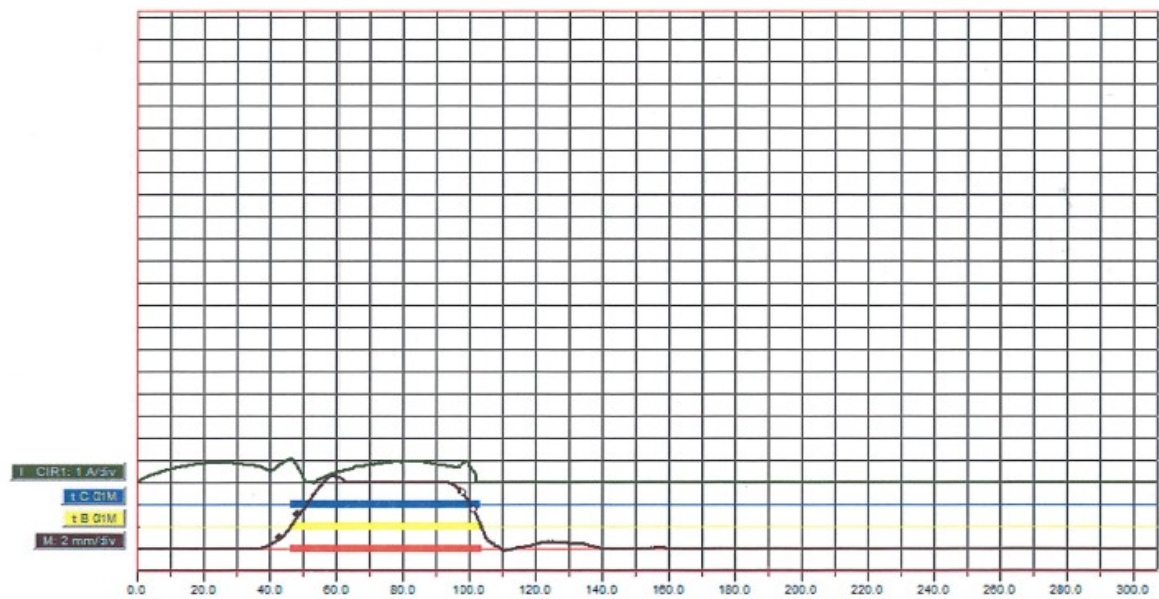
Vypínací čas L1 (ms)	47,925	Vypínací rýchlosť L1 (m/s)	0,46
Vypínací čas L2 (ms)	47,775	Vypínací rýchlosť L2 (m/s)	0,46
Vypínací čas L3 (ms)	47,750	Vypínací rýchlosť L3 (m/s)	0,46
Rozdiel (ms)	0,175	Odpor cievky pri vypínaní (Ω)	91,7
Ovládacie napätie (V)	111,8	Prúd cievky (A)	0,9



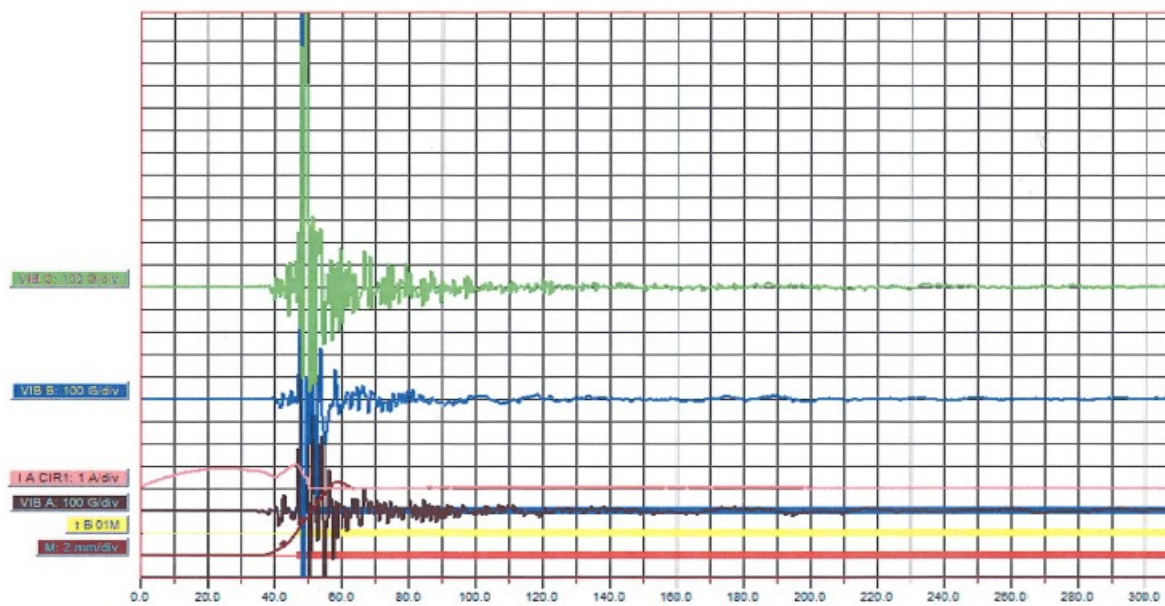
Obrázok 11 - Vypínanie vypínača

Tabuľka 7 - Namerané hodnoty pre ZAPNUTIE - VYPNUTIE

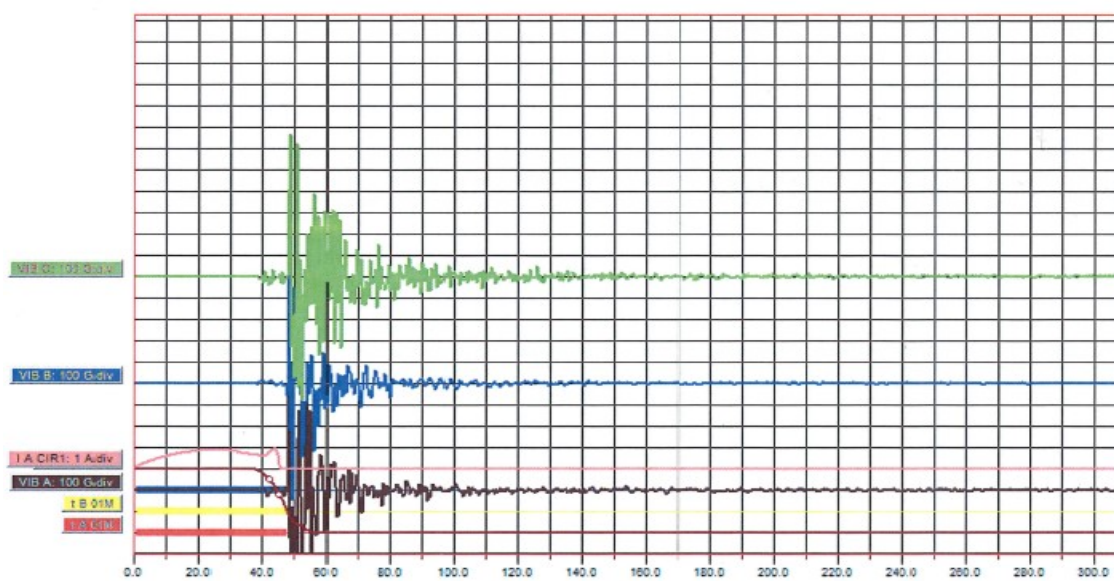
Zapnutie – vypnutie L1 (ms)	57,125
Zapnutie – vypnutie L2 (ms)	57,050
Zapnutie – vypnutie L3 (ms)	57,100



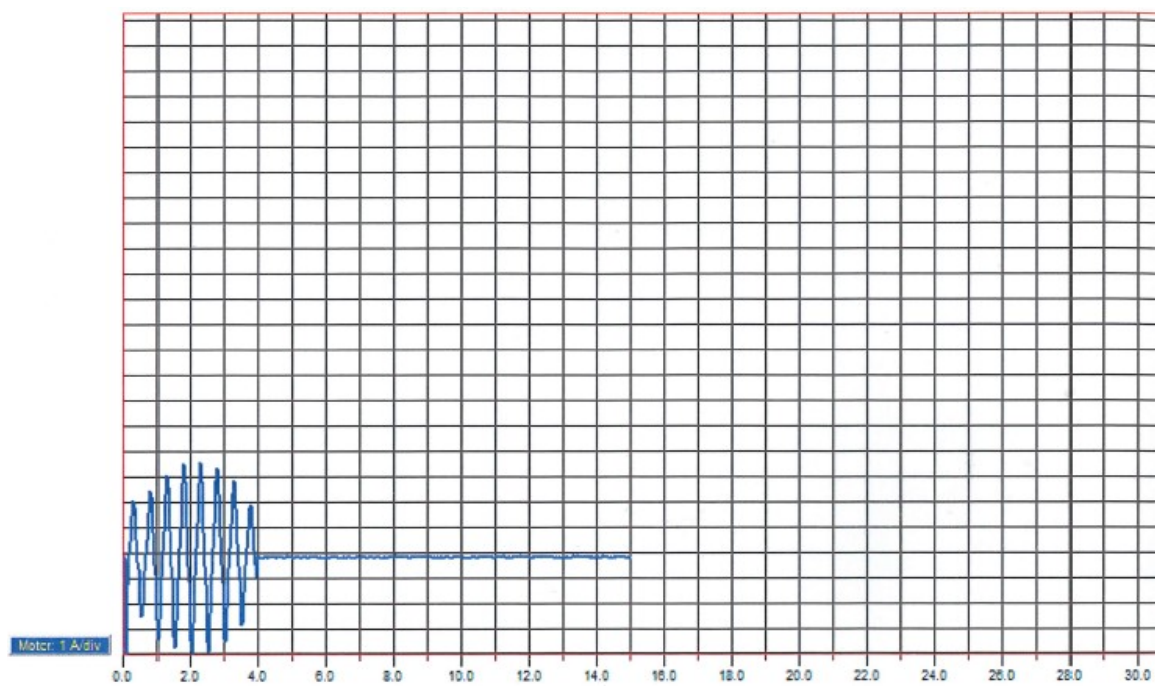
Obrázok 12 - ZAPNUTIE - VYPNUTIE vypínača



Obrázok 13 - Vibrácie pri ZAPNUTÍ



Obrázok 14 - Vibrácie pri VYPNUTÍ



Obrázok 15 - Priebeh prúdu motora

3.17. Termovízia

Pri mojej praxi som bol súčasťou kontroly 22kV vedenia pomocou termovíznej kamery FLIR T640. Pri kontrole vedenia, nás zaujímal prúd, ktorý preteká vedením a všetky prúdové spoje, ktoré sa na danom vedení nachádzajú (spojky, odbočky,...). Jedná sa o to, že pri malom zaťažení linky, prechádza vedením aj nízky prúd. Pri tomto nízkom prúde (2 - 5A) sa prípadné chybné spoje alebo oslabené časti vedenia veľmi ťažko zistia. Prúd prechádzajúci poškodením vedením, nespôsobí zvýšenie prechodového odporu a tým sa nezvýši ani teplota poškodeného spoja a preto ani my nedokážeme pomocou kamery chyby odhaliť. Z tohto dôvodu sa zaťaží vedenie aspoň na 50A, kedy sa po prechode prúdu chybným vedením zvýši aj prechodový odpor, ktorý zahreje chybnú časť a my rýchlejšie odhalíme prípadné poškodenie, pretože sa nám na kamere ukáže viditeľné zvýšená teplota poškodenej časti vedenia. Nazývame to Joulove straty. Tieto straty môžeme matematicky zapísať ako: [13]

$$Q = R \cdot I^2 \cdot t$$

kde : R odpor vedenia

I je prúd prechádzajúci vedením

t čas prechádzania prúdu vedením

Veľkou nevýhodou tejto kontroly je, že musíme počítať aj s prírodnými podmienkami a slnečným žiarením. Snímaná časť vedenia termovíznou kamerou nesmie byť v kontakte so slnečným žiarením, aby výsledok bol čo najsprávnejší. Výhodou kamery FLIR T640 je, že pri každej snímanej časti spraví fotografiu, kde sú zachované aj teplotné údaje. Tieto fotografie sa uložia v SD karte, ktorá je súčasťou kamery a potom sa spracujú v notebook-u, kde sa vyhodnotia výsledky teplôt a následne sa spraví protokol, ktorý sa odošle technikovi a ten rozhodne o ďalších postupoch. Pravidelné termovízne kontroly a vykonávanie údržby, diagnostiky a monitoringu energetických distribučných sietí má nielen veľký bezpečnostný význam, ale aj významný ekonomický efekt. Poruchový stav týchto sietí má v mnohých prípadoch veľký dopad na činnosť koncových odberateľov elektrickej energie.

3.18. Termovízna kamera FLIR T640

Pri kontrole 22kV vedenia sme používali termovíznú kameru FLIR T640. Táto kamera dokáže teplotne merať až do vzdialenosti 300m a zaostrovanie je automatické, dá sa však nastaviť aj manuálne kolieskom umiestneným na objektíve. Rozlíšenie bolo-metra kamery T640 je 640x480 pixelov s teplotnou citlivosťou 0,04°C a taktiež výhodou je jeho pohyblivosť o 120°. Teplotný rozsah T640 je v troch intervaloch a to : -40°C až +150°C; +100°C až 650°C a +300°C až +2000°C. Prednosťou tejto termovíznej kamery je dotykový LCD displej s rozlíšením 800x480 pixelov. Veľkou výhodou tejto kamery je bezdrôtová komunikácia cez WI-FI alebo Bluetooth, vďaka ktorým je ľahké sa pripojiť na svoj smartphone a následne pracovať na fotografiách, ktoré sa dajú spraviť na tomto type kamery so všetkými vlastnosťami snímaného objektu. Tento model nachádza uplatnenie predovšetkým pri diagnostike a údržbe elektrických strojov a zariadení, rozvode a rozvodní elektrickej energie, fotovoltických panelov, transformátorov, elektrických zariadení a taktiež v lekárskej diagnostike. Majú vysoký stupeň krytia IP54, ktoré zaručuje ochranu proti prachu a striekajúcej vode. [14]



Obrázok 16 - Termovízna kamera FLIR T640

3.19. Poriadok preventívnej údržby záložných akumulátorových batérií

Rozvodňa Ostrava - Martinov má dve záložné 110V batérie značky Sunlight rady SPA typu SP 12-200. Jedná sa o uzatvorené olovené akumulátory v prevedení VRLA. (Skratka VRLA predstavuje ventilom riadené oloveno-kyselinové akumulátory). Pri tomto type batérií ide o konštrukciu pri, ktorej dochádza k regulácii vnútorného tlaku pomocou ventilu. Každá jedna batéria má 9 blokov a v každom bloku je 6 článkov, čiže 1 batéria má 54 článkov. Kapacita jednej batérie je 200Ah, napätie 12V, ktoré vytvárajú v bloku napätí 110V a maximálny vybíjaný prúd 3300A. Akumulátory slúžia k napájaniu vlastnej spotreby rozvodne pri výpadku napätia. Batérie musia zaistiť napájanie pri výpadku dlhom 2h, preto sa pravidelne kontrolujú. Pred samotným vykonaním meraní sa ako prvé zisťuje hladina elektrolytu. [15]

Diagnostika staničných batérií spočíva v dvoch meraní:

a) meranie napätia naprázdno – toto meranie sa prevádza so zapojeným usmerňovačom, kedy pomocou battery testeru TMC2001RT meriame napätie každého článku zvlášť postupne od kladnej svorky. Tester ukladá dáta o napätí do pamäti a hodnoty po ukončení merania spočíta. Výsledná hodnota sa porovná s údajom od výrobcu. Na displeji battery testera sa zároveň zobrazuje priemerné maximálne a minimálne napätie z merania.

b) meranie záťaž - (taktiež meranie nakrátko, zaužívaná terminológia je, ale meranie záťaž) spočíva v tom, že sa odpojí prívod do rozvodne a cez BY – PASS sa prepojí prívod na batérie. Vtedy hovoríme o stave pod záťažou. Batérie sú zaťažené odberom rozvodne (10 - 15A) - to znamená, že napájajú všetky meracie prístroje, meniče DC/DC, núdzové svetlá a všetky potrebné zariadenia, ktoré potrebuje rozvodňa na trvalý chod.



Obrázok 17 - Záložná batéria

3.20. Merací voz

Oddelenie diagnostiky má k dispozícii na svojej stanici káblový merací voz, ktoré sú špeciálne navrhnuté pre firmu ČEZd, a.s. Používajú sa k vyhľadávaniu porúch na káblovom vedení a pri diagnostike stavu ich izolácie. Meracie vozy môžu byť upravené podľa účelu použitia. Najčastejšie sa používajú kombinované vozy, ktoré okrem vyhľadávania porúch vykonávajú aj diagnostiku káblov.

Za diagnostiku môžeme taktiež považovať aj vykonávanie napäťových a plášťových skúšok alebo meranie tangens delta. Pri skúšaní káblu sa najčastejšie využíva diagnostika čiastočných výbojov, ktorá patrí medzi základné diagnostické nástroje. Táto metóda merania dokáže odhaliť montážne chyby (napr. chybné zapojenie spojky káblov) alebo narušenú izoláciu.

Najčastejšie chyby vznikajú pri inštalovaní káblu do výkopu, kedy je kábel najviac namáhaný a vystavený veľkému riziku ako napríklad preseknutie ťažkým nástrojom, narušenie izolácie a podobne.

Merací voz má 3 časti a tie najdôležitejšie pre meranie sa nachádzajú v strednej a v zadnej časti meracieho voza. V strede voza sa nachádzala ovládacia časť, kde je pracovisko s notebookom a merací prístroj HV-Unit Centrix.



Obrázok 18 - Merací prístroj HV - Unit Centrix

V zadnej časti voza, ktorý môžeme vidieť na obrázku 19 sa nachádzajú bubny s navinutými káblami. Každý kábel sa používa na iný účel. Ako najdôležitejší kábel celého auta sa považuje zlatý kábel, ktorý uzemňuje celé auto a všetky prístroje v ňom. Ak by nebol zapojený uzemňovací kábel, nebolo by možné použiť merací voz. Pre pripojenie meraného kábla k vozu sa používa červený kábel, ktorý predáva informácie o stave kábla do auta. Čiernym káblom sa privádza napájanie vozu. Posledný žltý kábel je obyčajný predlžovací kábel v prípade vzdialenejšieho zdroja energie.



Obrázok 19 - Vybavenie zadnej časti meracieho voza

3.21. Plášťová skúška vn káblu

Tento typ skúšky sa vykonáva vždy po uložení nového kábla alebo pri jeho opravách či rekonštrukciách celoplastových káblov vn. Zmyslom plášťovej skúšky je objaviť poškodenie plášťa, ktoré mohlo vniknúť pri jeho inštalácii do výkopu alebo taktiež za prevádzky. Poškodený plášť nemá okamžitý vplyv na prevádzku káblu, ale z dlhodobého hľadiska preniká do káblu voda cez poškodené miesto, čím sa urýchľuje poškodenie izolácie a znižuje celková životnosť káblu.

S meracím vozom sme dorazili do trafostanice 22/0,4kV. Na mieste už bola poruchová služba, ktorá obojstranne odpojila vn kábel. Kým sme pripravovali merací voz a rozkladali všetky káble poruchová služba nám predala pracovisko a vypísala príkaz B. Po vysporiadaní všetkých záležitostí ohľadom príkazu B sme uzemnili merací voz a zároveň ho napojili na nn z trafostanice. Po pripravení pracoviska sme zahájili meranie. Meria sa tienenie káblu voči zemi, meraní kábel je teda pripojený na fázu a zem, čiže týmto spôsobom merania odhaľujeme či dochádza k prierazu medzi tienením a uzemnením káblu. Technik priložil na meranú fázu postupne napätie od hodnoty 0V až po 5kV DC. Po dosiahnutí tejto hodnoty sa na monitore zobrazí hodnota zvodového prúdu, ktorá v našom prípade dosiahla $60\mu\text{A}$ (0,06mA). Ak by zvodový prúd presiahol hodnotu 1mA, tak by bol kábel v zhoršenom stave. V prípade, že by zvodový prúd už pri postupnom zvyšovaní meracieho napätia 5kV presiahol hodnotu 1mA, meranie sa ukončí skôr a zapíše sa hodnota zvodového prúdu pri ktorom sa meranie ukončilo.

3.22. Izolačný stav kábla

Druhou skúškou káblu je zisťovanie izolačného stavu. Tento typ merania prebieha tak, že sa meria jadro káblu proti tieneniu a zisťujeme hodnotu odporu, ktorý by sa mal pohybovať v jednotkách GΩ. Výsledky tohto merania som zobrazil v tabuľke.

Tabuľka 8 - Výsledky merania izolačného stavu kábla

Označenie fázy	L1	L2	L3
Hodnota odporu [GΩ]	8,5	9,5	9

3.23. Meranie čiastočných výbojov

Tretou skúškou je meranie čiastočných výbojov. Čiastočný výboj je nízkoenergetický elektrický výboj, ktorý spôsobuje skrat v určitom mieste izolácie. Najčastejším prípadom vďaka, ktorým nastáva tento jav je nepresnosť výroby daného dielektrika, preto vznikajú drobné chyby, ktoré sa tak stávajú najslabším miestom izolácie. Ak sa tento najslabší článok vystaví elektrickému poľu, môže dôjsť k vzniku čiastočných výbojov, pretože sa prekročí elektrická pevnosť. Pred samotným začatím tohto merania, musíme kalibrovať všetky meracie prístroje, následne môžeme zistiť dĺžku káblu. Podľa typu kábla zistíme v tabuľkách rýchlosť šírenia vlny a po prevedení kalibrácie meníme hodnotu dĺžky káblu tak dlho, pokiaľ sa na monitore nezobrazí správna hodnota rýchlosti šírenia vlny. V našom prípade sme mali krátky kábel, ktorý meral len 122m. Po zistení dĺžky káblu sme prešli k meraniu čiastočných výbojov. Technik rozhodol, že do káblu budeme púšťať jednosmerné pulzy, ktoré dosahovali maximálne 1,7 násobok fázového napätia, pretože sa jednalo o starší kábel.

V inakšom prípade sa do káblu púšťa dvojnásobok fázového napätia. Z výsledných priebehov zobrazených na monitore technik určil miesta výskytu čiastočných výbojov a zhodnotil závažnosť danej poruchy. [17]

Tabuľka 9 - Druh kábla a rýchlosť jeho šírenia

Typ prevedenia kábla	Plastový	Papierový	Kombinovaný*
Rýchlosť šírenia [m/μs]	168	160	160

- kombinovaný kábel sa skladá z papierového a plastového prevedenia

3.24. Stratový činiteľ $\text{tg}\delta$

Stratový činiteľ $\text{tg}\delta$ je posledným meraním, ktoré sme na vn kábli vykonávali. Meranie prebieha pri hodnotách $0,5U_0$; $1U_0$; $1,5U_0$. Hodnota napätia U_0 , ktorým sme kábel napájali pri frekvencii 0,1Hz je 12,7kV. Všetky fázy boli testované každou hodnotou násobku U_0 . Prepínanie medzi stupňami napätia bolo vykonávané automaticky prístrojom VLF Sinus 45. Meranie jednej fázy trvalo 5 minút. Po ukončení merania, merací prístroj ukázal výslednú hodnotu stratového činiteľa $\text{tg}\delta$. Výsledky všetkých fáz som vložil do tabuľky. Treba podotknúť, že $\text{tg}\delta$ v prípade fázy L2 je vyšší ako u ostatných fáz, preto sme vykonali opakované meranie pri odpojenej fáze z odpojovača ako je znázornené obrázkom 20. Opakované meranie nič nezmenilo na výsledku. Na fáze L2 bol stratový činiteľ rovnaký ako pri zapojenom odpojovači. Príčina vysokej hodnoty stratového činiteľa, podľa technika je, že používaný kábel je už starý a preto už nedosahuje výborné výsledky a bude sa musieť v najbližšej dobe vymeniť.



Obrázok 20 - Odpojená fáza z odpojovača

Tabuľka 10 - Namerané hodnoty stratového činiteľa

Napätie [kV]	Stratový činiteľ fázy L1	Stratový činiteľ fázy L2	Stratový činiteľ fázy L3
$0,5U_0$	9,2	20,5	10,1
U_0	9,5	19,7	10,3
$1,5 U_0$	9,6	18,5	10,4

4. Oddelenie elektrické stanice

Oddelenie staníc, ktoré sa nachádza v Ostrave v časti Kunčice sa stalo mojim ďalším pracoviskom, ktoré som začal navštevovať počas druhého semestra. Prvý deň môjho nástupu na toto oddelenie som dostal preškolenie o bezpečnosti od pána Ing. Pavla Zagorského podľa § 4 vyhlášky číslo 50/1978 Sb. Vyhláška Českého úradu bezpečnosti práce a Českého banského úradu o odbornej spôsobilosti v elektrotechnike. Následne ma previedol stanicou a postupne ma zoznamoval s prácou, ktorú vykonávajú.

Na oddelení staníc v Kunčiciach má sídlo výjazdová jednotka zodpovedajúca za údržbu a prevádzku elektrických staníc v Ostrave a blízkom okolí. Každé ráno som prichádzal na túto stanicu, kde som dostával pokyny od pána Ing. Mojmíra Knolla. Pri vstupe do stanice som si pozrel na nástenke aké práce sa majú v daný deň uskutočniť. Každú prácu som skonzultoval s pánom Knollom a aj na jeho odporúčenie som sa rozhodol kam pôjdem. V rámci mojej individuálnej odbornej praxe na vyššie uvedenom oddelení el. staníc som mal možnosť stretnúť sa s rôznymi druhmi prác, ktoré som opísal nižšie. Práce boli odlišné ako na oddelení, ktoré som navštevoval prvý semester. Často sa týkali PPÚ, taktiež som sa zúčastnil prehliadky jednej z najmodernejších el. staníc v ČR, tiež som bol prítomný pri údržbe jedného z najstarších zariadení, ktoré sa nachádzajú v areály el. staníc a to vzduchový pohon vonkajších odpojovačov. Viacerým prácam predchádzalo zaistenie pracoviska. Zaistením pracoviska sa rozumie príprava pracoviska tak, aby bolo pre danú činnosť úplne bezpečné. Často sme robili zaistenie pracoviska, či už pre kolegov z ČEZ-u alebo iným externým firmám, ktoré vykonávali práce na el. zariadeniach v el. staniaciach.

4.1. Zaistenie a odistenie pracoviska

Zaistenie pracoviska je bezpečnostné opatrenie pre prácu na elektrickom zariadení bez napätia alebo v blízkosti napätia. Zaistovanie patrí k najdôležitejším úkonom a je vykonávané a riadené vedúcim práce, ktorý má na starosti aj odistenie pracoviska po ukončení práce. Moja skúsenosť so zaistovaním a odisťovaním pracoviska prebiehala v jednej so staníc v Ostrave. Externá firma pracovala na výmene kobiek z 10kV hladiny na 22kV. V tomto prípade musíme vykonávať zaistenie pracoviska spolu s vedúcim práce externej firmy, prípadne s poverenými pracovníkmi, ktorí sú zapísaní v „Príkaze B“ a sú oboznámení o spôsobe vykonávanej práce. Prvým krokom je vypísanie samotného „Príkazu B“ vedúcim práce. Ako ďalšie kontaktovanie dispečera, ktorý na diaľku odpojí zariadenie alebo časť linky, na ktorom sa bude pracovať. Po vypnutí elektrického zariadenia dispečer odovzdá pracovisko a plnú moc vedúcemu zaistenia. Ten následne na ovládacom paneli prepne pozíciu ovládania z diaľkového na miestne. Týmto krokom sa predíde náhodnému zapnutiu linky dispečerom. Výstražnú červenú tabuľku „NEZAPÍNAŤ NA ZARIADENÍ SA PRACUJE“ zavesíme ku riadiacej skrini, hneď potom čo v nej vypneme všetky ovládacie prvky. Kroky, ktoré sme do tejto fázy zaistenia vykonali slúžili k vypnutiu, to je však nedostačujúce. Zariadenie musíme galvanicky odpojiť dostatočnou vzdušnou vzdialenosťou, prípadne účinnou izoláciou od všetkých možných napájacích zdrojov. V prípade, že sme vypli a opojili len časť elektrického zariadenia a ďalšia časť je pod napätím musíme túto časť ohraničiť červenou páskou, prípadne zariadenie zabezpečiť zámkom a vyvesiť výstražnú tabuľku „POZOR POD NAPĚTÍM“. Po rozmiestnení výstražných tabuliek ešte raz skontrolujeme živú a neživú časť pomocou skúšačky. Správny postup pri otestovaní bez-napäťového stavu pomocou skúšačky je nasledovný.

Skúšačku vezmeme a uchopíme tak, aby mali ruky pred ochranným krúžkom, teda v bezpečnej zóne skúšačky. Potom sa dotkneme so skúšačkou živej časti, následne časti odpojenej a prejdeme zasa na živú časť. Tieto opatrenia nás ubezpečia, že práca na el. zariadení je bezpečná a my pracujeme na odpojenom zariadení. Po otestovaní bez-napäťového stavu sa musí zariadenie uzemniť a to buď skratovacou súpravou alebo pomocou zemných nožov. Záleží na konkrétnom zariadení, na ktorom ideme pracovať. V našom prípade sme kobku uzemnili použitím skratovacích súprav, aby sa na danom zariadení dalo bezpečne pracovať.



Obrázok 21 - Skratovacie súpravy na prípojnici

Skratovacia súprava sa skladá zo 4 vysoko vodivých vodičov, ktoré majú spoločný uzol. Dôležitou informáciou pred použitím skratovacej súpravy je ubezpečiť sa, že skratovacia súprava je dimenzovaná na skratový výkon zariadenia, ktoré uzemňuje. Postup inštalovania skratovacích súprav je striktné daný. V prvok kroku sa pripevný vodič na uzemnenú časť až potom sa pripájajú jednotlivé fázy. V prípade náhodného privedenia napätia na prípojnice skratovacia sústava zabezpečí trojfázový skrat a zareaguje najbližšia ochrana, ktorá odpojí zariadenie od napätia. Kobku na, ktorej sú upevnené skratovacie sústavy označíme tabuľkou „JEN ZDE PRACUJ!“ . Počet skratovacích súprav je ľubovoľný, záleží na danej situácii, v ktorej sa nachádzame. V našom prípade sme použili dve skratovacie súpravy. Po vykonaní týchto opatrení vedúci zaistenia pridá do „Príkazu B“ prílohu jednopólovej schémy, na ktorej je farebne vyznačené pracovisko a živé a uzemnené časti. Príkaz B vstupuje do platnosti podpismi od vedúceho zaistenia a vedúceho práce. Po ukončení práce sa odstránia tabuľky, skratovacie súpravy, zariadenie sa od-zemní, ovládacia časť el. zariadenia sa prepne do polohy „diaľkové ovládanie“ a po telefonáte s dispečerom sa ukončí Príkaz B a zariadenie spustí do prevádzky.

4.2. Malo-olejový vypínač HL 6-9

Malo-olejové vypínače HL 6-9 sú vyrobené ako trojpólové so samostatnými stĺpcovými pólmí navzájom viazané na jeden spoločný pružinový pohon, ktorý je montovaný ako celok samostatne na ráme vypínača. Napínanie pružín môže, byť buď ručne, elektromotorom alebo vzduchovou turbínou. Zapínanie a vypínanie je možné vykonávať ručne stlačením tlačidla v kryte pohonu, alebo diaľkovo pomocou zapínacieho a vypínacieho magnetu. Vypínače HL 6-9 s menovitým napätím 25 kV a s menovitým prúdom 1250A sú určené pre vnútornú montáž do kobkových rozvodní a skriňových rozvádzačov.[18]

4.3. PPÚ vypínača HL 6-9

S pracovníkmi z oddelenia rozvodní sme vykonávali PPÚ malo-olejového vypínača. Vypínač s prevádzkovým napätím 22kV sme po dohode s dispečerom a zabezpečení pracoviska ako som opisoval aj v kapitole vyššie „Diagnostika vypínača“ vybrali z kobky a začali sme vykonávať PPÚ, ktorá sa vykonáva 1x za 24 mesiacov. Kontrola sa skladá z viacerých bodov, ktoré rozpišem v nasledujúcich odstavcoch. V prvom kroku sme po vybratí vypínača vizuálne skontrolovali jeho celkový stav a hľadali prípadné nedostatky. Následne sme odobrali vzorku oleja do špeciálnej nádoby, ktorú sme potom vložili do prístroja. Merací prístroj High Voltage VLF HIPOT INSTRUMENTS, zisťuje prierné napätie vzorku oleja. Po vložení nádoby do prístroja sa olej nechá 20 minút odležať a potom merací prístroj spraví 7 skúšok, u ktorých medzi dvomi elektródami zvyšuje napätie až do prierazu. Najlepší a najhorší výsledok z testu sa odstráni a z ostatných 5 výsledkov sa spraví priemer. Priemer sa vynásobí 4 a konečný výsledok musí byť minimálne 96kV na 1cm. Olej sa otestuje pre každú fázu zvlášť a výsledky sa zapíšu do protokolu.



Obrázok 22 - Merací prístroj pre testovanie vzorku oleja

Ďalším krokom PPÚ je meranie úbytku napätia hlavnej prúd-vodnej dráhy vypínača. Obrázok 23 zobrazuje zapojenie meracieho zdroja MOM690. Pomocou tohto prístroja sme postupne priviedli na jednotlivé fázy prúd 200A. Pri tomto prúde sme zisťovali prechodový odpor a úbytok napätia. Maximálny povolený úbytok napätia je 20mV. Výsledky z merania som zapísal do tabuľky č. 11.



Obrázok 23 - Zapojenie vypínača pri meraní prechodového odporu a úbytku napätia

Tabuľka 11 - Namerané hodnoty

Označenie meranej fázy	Prechodový odpor R_p [$\mu\Omega$]	Úbytok napätia ΔU [mV]
L1	68	13,5
L2	85	16,9
L3	92	18,4

Po meraní prechodového odporu a úbytku napätia sme odstránili predný kryt vypínača a skontrolovali, namazali a vyčistili celý spínací mechanizmus vrátane západiek, hriadele, klzných plôch, ložiskových čapov, dotiahli a vyčistili maticové spoje. Následne sme vyskúšali celý mechanizmus a to tak, že sme ručne pomocou kľuky natiahli pružinu a vypínač vypli. Tento cyklus sme zopakovali viackrát aby sme vypínač otestovali a aj preto aby sme vypínač „oživili“, pretože častokrát vypínač nevykoná za celú dobu čo je v kobke ani jeden spínací cyklus. Lepšie povedané vypínač stojí čiže neplní funkciu vypínania a tým sa usadzujú na kontaktoch nečistoty a tie zhoršujú jeho vypínacie vlastnosti. Úplne na záver testovania sme vypínač vrátili späť do kobky a vyskúšali diaľkovú signalizáciu.

4.4. Vzduchový pohon vonkajšieho odpojovača vvn

Vzduchový pohon vonkajšieho odpojovača vvn pre 110kV je jedna z teraz už menej používaných metód na ovládanie. Princípom ovládania je stlačený vzduch, ktorý sa vytvorí v kompresorovni pomocou dvoch kompresorov. Tieto kompresory tlačia vzduch do dvoch vysokotlakových nádob, ktoré sú napojené na jednu centrálnu nádobu, ktorá sa nachádza pri samotných odpojovačoch.



Obrázok 24 - Kompresorovňa v el. stanici Dolný Benešov

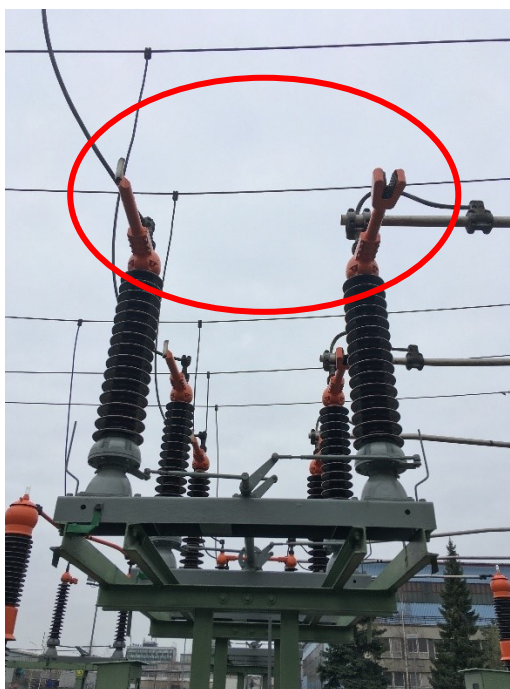
Z tejto centrálnej nádoby je vzduch pomocou trúbiek privádzaný k jednotlivým vzduchovým pohonom.



Obrázok 25 - Vzduchový pohon ŠKODA 7VP

Vzduchový pohon ŠKODA 7VP je jeden z najstarších pohonov vyrobený v roku 1977 a práve, kvôli jeho vysokému veku sa údržba vykonáva pravidelne 1x za 12 mesiacov.

Pri údržbe sme rozobrali mechanizmus a vizuálne skontrolovali celý pohon vrátane tesniacich a piestových krúžkov. Namazaním sme ošetrili prevody pohonu, skontrolovali celý odvodušňovací systém a odstránili prípadné upchané časti. Následne sme celý mechanizmus poskladali a vyskúšali po dohode s dispečerom, samozrejme v bez napät'ovom stave. V prípade poruchy sa dá vzduchový pohon ovládať aj ručne pomocou kľuky, ktorý vložíme na hriadeľ a točením rozpojovač.



Obrázok 26 - Rozopnutý odpojovač ovládání vzduchovým pohonom ŠKODA 7VP

4.5. Hasiace médium SF₆

Rastúce požiadavky na spínacie prístroje a rozvodné zariadenia vn a vvn viedli k hľadaniu nových izolačných a hasiacich látok. Vypínací výkon tlak-ovzdušného vypínača môžeme zvýšiť, ak nahradíme vzduch plynom s výhodnejšími izolačnými vlastnosťami, preto sa začal používať umelo vytvorený plyn SF₆.

Bežne tlak-ovzdušné vypínače ani rozvody nie sú úplne vzduchotesné a trvalo dochádza k malému úniku vzduchu, čo až tak nevedí, pretože sa do prevádzky uvedie kompresor, ktorý dopĺňa uniknutý vzduch. U technických plynov to nie je také jednoduché.

Vypínače, odpojovače a rôzne iné komponenty, ktoré sa používajú v rozvodni sa plnia plynom už vo výrobe. Doplniť unikajúci plyn napr. v rozvodni je možné až po preškolení pracovníkov od daného dodávateľa el. zariadení.

V prípade novej el. stanice v Třebovicích, je však jediná možnost ako doplniť plyn SF₆ je vymeniť celý komponent, pretože systém na dopĺňanie hasiaceho plynu je zablokovaný.

SF₆ je umelo vytvorený plyn, ktorý má vysokú elektrickú pevnosť, má veľkú chemickú stálosť, výborné hasiace vlastnosti a dobré vlastnosti pri odvode tepla. Fluorid sýrový sa, preto stal základom novej generácie prístrojov a rozvádzačov vn a vvn. V plynnom skupenstve je bezfarebný, nejedovatý, nehorľavý, bez zápachu a je veľmi ťažký. Jeho hustota je pri normálnom tlaku (101,325kPa) 5x väčšia než hustota vzduchu. Súčiniteľ tepla pri 0,1MPa je 1,6 krát a pri 0,2MPa 2,5 krát väčší než pre vzduch. To má obrovský význam pre chladenie, teda odvod tepla zo spínačov a ostatných zariadení plnených SF₆. Naopak jeho nevýhodou je, že pri spínacích pochodoch vznikajú v plyne jedovaté a agresívne zlúčeniny a preto je únik „použitého“ plynu nebezpečný. Všeobecne je SF₆ nebezpečný z hľadiska skleníkových efektov. Jeho úniky sa pravidelne (1x za rok) monitorujú a reportujú. [19]

4.6. Prehľadka novej 110kV elektrickej stanice Třebovice

Spoločnosť ČEZ a.s. sa rozhodla postaviť novú 110kV elektrickú rozvodňu v areály teplárne Třebovice. Táto el. stanica je stále vo výstavbe a po vybudovaní a dokončení v septembri 2019 bude patriť medzi najmodernejšie el. stanice nie len v Ostrave, ale aj v ČR. Rozvodňu vvn realizuje spoločnosť ABB. Každý komponent 110kV rozvodne obsahuje hasiace médium SF₆.

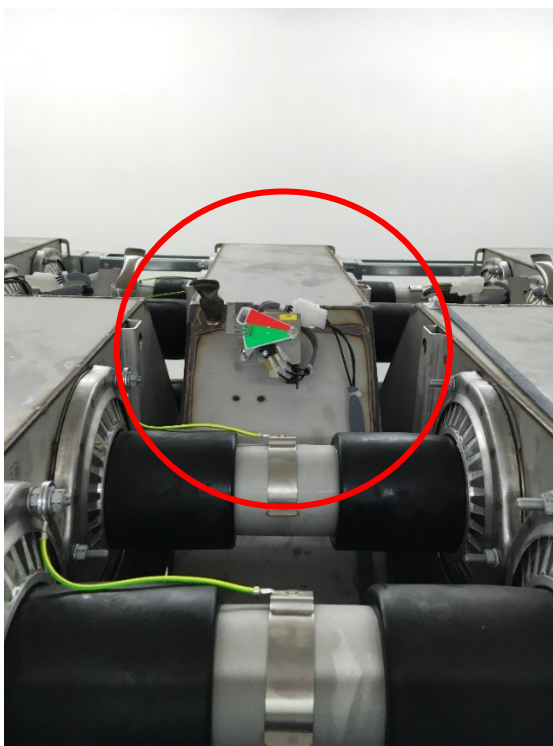


Obrázok 27 - 110kV časť el. stanice od spoločnosti ABB

Hasiace médium je blokovo oddelené od jednotlivých komponentov ako je aj vidieť na obrázku 27 oranžovou farbou. Prístup k živým častiam nie je možný a nehrozí tak dotyk so živou časťou.

Stav a ovládanie jednotlivých komponentov rozvodne je vidieť na ovládacom paneli priamo na danom zariadení.

Časť el. stanice vyhradená na vn hladinu 22kV je realizovaná firmou Siemens. Rozvádzače pre 22kV vedenie taktiež využívajú ako hasiace médium SF₆. Na obrázku 28 je znázornení indikátor, ktorý ukazuje stav plynu v danom zariadení. Nachádza sa v hornej časti komponentu.



Obrázok 28 - Horná časť komponentu, na ktorom je terčík s ručičkou

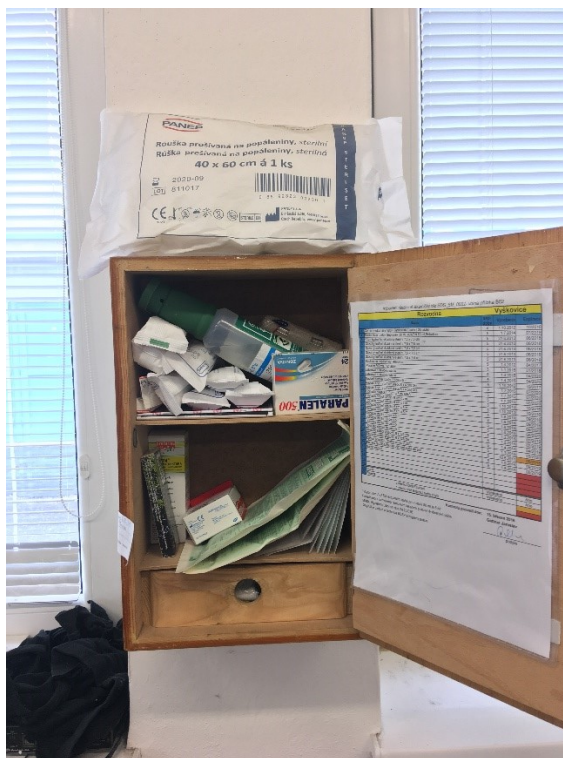
4.7. Práce na uzemňovacej sústave el. rozvodne

Ako som spomínal pracovníci z oddelenia Rozvodní majú na starosť trvalú a bezproblémovú prevádzku el. staníc. K tomu bezpodmienečne patrí aj starostlivosť o uzemňovaciu sústavu. Pri tejto kontrole sme na el. stanici Nová Radnica vyčistili všetky priechody, kde bolo uzemnenie privádzané k jednotlivým rozvádzačom, transformátorom a všetkým el. zariadeniam. Kanály, ktorými prechádzali vodiče spoločne s uzemnením sme vysávali od prachu a nečistôt, ktoré sa tam usadzujú. Na záver prehliadky sme hľadali všetky spojky a odbočky na uzemnení a dotahovali všetky maticové spoje, ktoré sa časom povolajú.

4.8. Prehliadka elektrickej stanice Výškovice

Prehliadky elektrických staníc sa vykonávajú pravidelne v určitých intervaloch. V mojom prípade sa jednalo o elektrickú stanicu Ostrava – Výškovice. Spoločne s pracovníkom ČEZd, a.s. sme skontrolovali elektrickú stanicu podľa daných bodov:

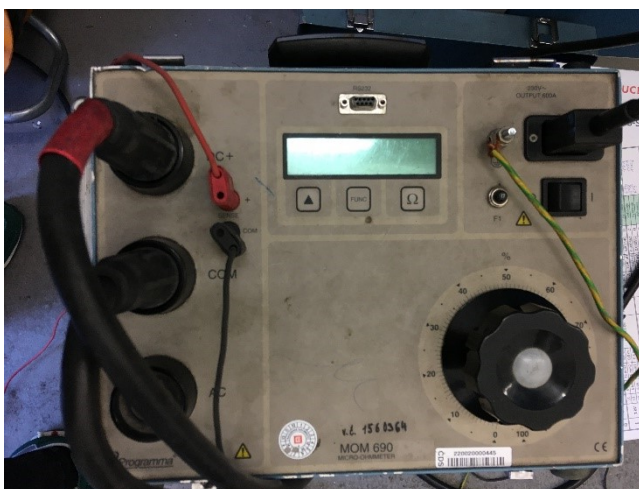
- kontrola neporušenia oplotenia a vstup do priestoru stanice – v situácii keď som ja pracoval na bakalárskej práci práve prebiehala celková výmena oplotenia na tejto el. stanici a však všetko bolo zabezpečené tak, aby sa do stanice nikto cudzí nedostal
- kontrola zabezpečenie – tento bod sa týkal hlavne zákrytu kobiek, zavesením bezpečnostných tabuliek, značenie polí atď.
- kontrola rozvodne – zameranie hlavne na stav vodičov, izolátorov, káblových koncoviek, podperných konštrukcií a všetkých el. častí rozvodne
- kontrola káblového priestoru – zameranie na neelektrické stavy najmä odvetrávanie, odvodnenie, únikové cesty
- kontrola lekárničky – stav obsahu lekárničky a dátumy záručnej doby jednotlivých prvkov
- kontrola odčítania elektromeru
- kontrola povinnej výbavy el. stanice



Obrázok 29 - Obsah lekárničky

4.9. Mikroohmmeter MOM 690

Mikroohmmeter je merací prístroj určený pre meranie prechodových odporov, nielen vypínačov, ale aj rôznych elektrických zariadení, či pomôcok. Hodnotu nameraného odporu prístroj okamžite ukáže na displeji, kde je tiež napísaná aj veľkosť generovaného prúdu. Prístroj má aj vnútornú pamäť pre uloženie nameraných údajov. MOM 690 dokáže generovať prúd až 800A v závislosti na veľkosti impedancie obvodu. [20]



Obrázok 30 - Mikroohmmeter MOM 690

4.10. Odoberanie vzoriek vody

Na rozvodni Martinov prebiehalo odoberanie vzoriek z odpadových vôd. Táto kontrola sa vykonáva v pravidelných intervaloch. Pri kontrole sa otvorí poklop kanálu a teleskopickou palicou s nádržkou na konci sa odoberie 0,5l vody. Odobraná voda sa vloží do špeciálnej nádoby s uzáverom a odošle sa na skúmanie. Kontrola sa vykonáva kvôli tomu, aby sa zistilo či je voda, ktorá je odvádzaná kanálmi preč z areálu kontaminovaná alebo inak znečistená napr. olejom z transformátora.

4.11. Meranie skratovacích súprav

Pomocou prístroja MOM 690 sme merali prechodový odpor skratovacích sústav (ďalej len SS) na el. stanici Nová Radnica. Toto meranie sa opakuje 1x za rok a testujú sa všetky SS v stanici. Meranie sme vykonávali pri generovanom prúde 100A. Týmto prúdom sme testovali, každý vodič SS zvlášť a výsledky nameraných prechodových odporov a vlastností jednotlivých SS som zapísal do tabuľky. Hodnota prechodového odporu jednotlivých vodičov nemôže prekročiť hranicu 1Ω . V prípade, ak dôjde k prekročeniu tejto hranice, musí sa vymeniť vodič SS. Okrem merania prechodového odporu SS sme skontrolovali všetky ochranné a bezpečnostné prvky a predpisy, ktoré musí obsahovať každá el. stanica.

Tabuľka 12 - Namerané hodnoty a vlastnosti pre SS do 1kV

Napätie SS [kV]	Označenie vodiča	Prierez [mm ²]	Dĺžka vodiča [m]	Generovaný prúd [A]	Nameraná hodnota	
					[μΩ]	[Ω]
1	L1	25	0,8	100	932	0,000932
	L2	25	0,8	100	1770	0,00177
	L3	25	0,8	100	849	0,000849
	N	25	1,5	100	2340	0,002340

Tabuľka 13 - Namerané hodnoty a vlastnosti pre SS do 39kV

Napätie SS [kV]	Označenie vodiča	Prierez [mm ²]	Dĺžka vodiča [m]	Generovaný prúd [A]	Nameraná hodnota	
					[μΩ]	[Ω]
39	L1	70	2,0	101	674	0,000674
	L2	70	2,0	101	598	0,000598
	L3	70	2,0	100	615	0,000615
	N	35	1,5	99	907	0,00907

5. Záver

Moja bakalárska práca, ktorá prebiehala v spoločnosti ČEZ Distribúcia, a.s. bola zameraná na Absolvovanie individuálnej odbornej praxe. Úlohou a cieľom mojej práce bolo pozorovaním a pýtaním sa opísať a priblížiť pracovné postupy a činnosti, ktoré sa vykonávajú v tejto spoločnosti, ktorá je zameraná na distribúciu, prenos a riadenie elektrickej energie. Prácu som vykonával zodpovedne a dovoľím si tvrdiť, že cieľ bakalárskej práce som naplnil.

5.1. Teoretické a praktické znalosti a zručnosti získané v priebehu štúdia uplatnené študentom v priebehu odbornej praxe

V celom priebehu mojej individuálnej praxe som sa stále opieral o informácie a vedomosti, ktoré som získal v škole a snažil sa ich prepojiť s danou prácou. Jedným z najprínosnejších predmetov, ktoré som využíval v mojej praxi bol predmet Technika vysokého napätia, keďže sa pracovníci spoločnosti ČEZd, a.s. stretávajú najmä s vysokým napätím. Ďalším užitočným predmetom boli Elektrické prístroje, predovšetkým, keď sa jednalo o PPÚ či už v Martinove na vákuovom vypínači alebo pri údržbe malo-olejového vypínača HL 6-9 na Čiernej Lúke.

5.2. Znalosti či zručnosti, ktoré chýbali študentovi v priebehu odbornej praxe

Pri absolvovaní odbornej práce som sa samozrejme stretol aj s prípadmi, kedy som nemal dostatočné informácie o práci, ktorá prebiehala. Najčastejšie, keď sa jednalo o nejaký špecifický prístroj napríklad PQ MONITOR MEg37. Tento prístroj bol pre mňa neznámi a preto som sa snažil čo najlepšie využiť príležitosť a prehĺbiť svoje informácie o prístroji ako takom a samozrejme o jeho využití. V priebehu práce sa stalo, že moje informácie boli len okrajové, vždy som sa však mohol spoľahnúť na pracovníkov ČEZd, a.s., ktorí mi boli nápomocní a pomohli, aby som lepšie pochopil princíp, riešenie prípadne problematiku práce, či už vlastnými skúsenosťami, alebo odbornou literatúrou, ktorú mi ochotne poskytli na el. staniciach.

5.3. Dosiahnuté výsledky v priebehu odbornej praxe a jej celkové zhodnotenie

Odbornú prax v spoločnosti ČEZd, a.s. hodnotím veľmi pozitívne. Osobne som si zvolil namiesto teoretickej či výskumnej bakalárskej práce práve tento typ práce. Hlavný dôvod bol ten, že som očakával prehĺbenie mojich znalostí a zručností v odbornej sfére, čo sa aj stalo. Som veľmi vďačný za túto skúsenosť, ktorá sa mi naskytla a ktorá ma určite posunula vpred. Verím, že bakalárska práca bude prínosom aj pre moje nadväzujúce štúdium.

Zoznam použitej literatúry a webových odkazov

Literatúra

- [6] *Pravidla provozování distribučních soustav: Kvalita napětí v distribuční soustavě, způsob jejího zjišťování a hodnocení. Praha, 2011.* [cit. 2019-04-04].
- [9] *Metrológia a skúšobňa - Rozsah činnosti skúšobne E 22, ČEZ Distribúcia, a.s.* – [cit. 2019-04-04].
- [11] *Testovanie dielektrických rukavíc - Príručka elektrikára z vyhlášky 50/1978 Sb. – 2017* [cit. 2019-04-09].
- [12] *Diagnostika vypínača - Protokol od spoločnosti ČEZd, a.s* [cit. 2019-04-09].
- [17] *Meranie čiastočných výbojov - MENTLÍK V., PIHERA J., POLANSKÝ R., PROSR P., TRNKA P. : Diagnostika elektrických zařízení, Technická literatura Brno* [cit. 2019-04-10].
- [18] *Malo-olejový vypínač HL 6-9, Elektrotechnické závody J.Fučáka N.P.BRNO* [cit. 2019-04-04].

Webové odkazy

- [1] *O spoločnosti. ČEZ Distribúcia* [online]. [cit. 2019-04-01].
Dostupné z: <http://www.cezdistribuce.cz/cs/informace-o-spolecnosti/zakladni-informace.html>
- [2] *Obrázok 1 : Dodávateľia el. energie na SR. TZBINFO* [online]. [cit. 2019-04-01].
Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/14375-slovensko-energeticky-trh-nasich-sousedu>
- [3] *Obrázok 2 : Logo spoločnosti ČEZ Distribúcia a.s.* [online]. [cit. 2019-04-04].
Dostupné z: https://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/loga/cezdistribuce_logonew.jpg
- [4] *ENERGETIKA info* [online]. [cit. 2019-04-04].
Dostupné z: https://www.energetikainfo.cz/33/pravidla-pro-provadeni-praci-pod-napetim-ppn-uniqueidmRRWSbk196FNf8jVUh4Ev1_nn3lxjM1jmKa8dG6Hz6kukZUzLWmsA/?uri_view_type=5&fbclid=IwAR3zT9epQUm70LUbpTUKnagCz_CLCVewFOVQskMesT7G_QJ1sAMACGCMEjI
- [5] *Rozvádzač EATON XIRIA* [online]. [cit. 2019-04-08].
Dostupné z: <https://www.eatonelectric.sk/?ID=79>
- [7] *PQ MONITOR MEg37* [online]. [cit. 2019-04-08].
Dostupné z: <http://www.e-mega.cz/?pg=meg-37>

[8] Profi Elektronika: Fliker [online]. [cit. 2019-04-08].

Dostupné z: https://elektrika.cz/obr/kvalita_energie.pdf

[10] Dielektrické rukavice [online]. [cit. 2019-04-09].

Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/o-spolecnosti/dcerine-spolecnosti/cds/pro_dodavatele/cds_pa_0007r05.pdf

[13] Vzorec: *Jouleove straty* [online]. [cit. 2019-04-09].

Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/elektrina/4-4.htm>

[14] Termovízna kamera FLIR T640 [online]. [cit. 2019-04-10].

Dostupné z: <http://www.termogram.cz/termovizni-kamera-flir-t640>

[15] Staničné batérie [online]. [cit. 2019-04-10].

Dostupné z: http://battery.nabizi.cz/zalozni-baterie-akumulator-vrla-sunlight-agm-12v-200ah-spb-12-200_p71297/

[16] Obrázok 18 : *Merací voz* [cit. 2019-04-11].

Dostupné z: <https://www.stanlay.in/cable-locating-equipment/megger-cable-fault-test-vans/nsf-e-combi-system-diagnostic-van/>

[19] SF6 [online]. [cit. 2019-04-11].

Dostupné z: http://fei1.vsb.cz/kat410/studium/studijni_materialy/ep/ep_II/Elektricke%20%20pristroje%20spinac%ED%20ochranne%20a%20jistici.pdf

[20] Mikroohmmeter [online]. [cit. 2019-04-11].

Dostupné z: <https://sk.megger.com/mikroohmmeter-s%C2%A0internym-riadenim-testu-mom690a#overview>

[21] Tabuľka 1 – *Povolené vzdialenosti v závislosti na hladine napätia*

Tabuľka 2 - *Obsluha práce na EZ a v ich blízkosti pre jednotlivé stupne kvalifikácie osôb*

[online]. [cit. 2019-04-26].

Dostupné z: https://www.csres.cz/Upload/PodnikoveNormy/pne-33-0000-6_ed3_z1-obsluha-a-prace-na-elektrickych-zarizenich-pro-prenos-a-distribuci-elektricke-energie.pdf